

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



**FACULTAD DE FILOSOFÍA LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA**

## **TRABAJO DE TITULACIÓN: PROPUESTA METODOLÓGICA**

**TEMA:** ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA  
DE TEMAS DE FÍSICA II DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE  
LA UNIVERSIDAD DE CUENCA

Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de licenciada/o  
en Ciencias de la Educación en  
Matemáticas y Física

### **AUTORES:**

ERIKA GABRIELA MOROCHO TACURI  
CHRISTIAN OSWALDO RIVERA TORRES

### **TUTOR:**

DR. ALBERTO SANTIAGO AVECILLAS JARA

CUENCA – ECUADOR  
2016



---

## **RESUMEN**

El presente trabajo está compuesto por tres capítulos, en el primer capítulo se elabora la fundamentación teórica, en donde se aborda temas como; el uso de materiales didácticos en el aula desde una perspectiva Constructivista, tomando a cinco autores como los principales referentes de esta corriente, también se analiza al material didáctico como canal para divulgar la Física e incentivar la creatividad y la imaginación dentro del aula.

En el segundo capítulo se presenta la parte diagnóstica, en el cual mediante la aplicación de una encuesta se comprobó que los alumnos presentan dificultades en la comprensión de contenidos de la Física II, además que el material didáctico apoyaría al docente en su labor de enseñanza, y a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Se pudo comprobar que la institución no cuenta con el suficiente material didáctico para la enseñanza de la misma, información necesaria para la elaboración de Material Didáctico para la enseñanza de la Física II con su respectiva guía para el docente.

Finalmente en el capítulo tres se presenta la propuesta, la cual consta de dos partes; el material didáctico como recursos complementarios para la enseñanza de la Física II y una guía didáctica; ésta consta de 12 prácticas para el docente, en donde se especifica el correcto uso del material didáctico. Esta guía está estructurada de la siguiente forma: 1. Nombre del material didáctico, 2. Temas que cubre, 3. Descripción, 4. Guía para el maestro, 5. Marco teórico, 6. Ejercicio modelo, 7. Actividad propuesta.

## **PALABRAS CLAVES**

- Física, Material Didáctico, Constructivismo, Guía Didáctica, enseñanza, aprendizaje significativo.





## ABSTRACT

The present work is made by three chapters. The first chapter has the theoretical foundation, which has issues like the use of teaching materials in the classroom from a constructivist perspective, taking five authors as the main reference of this topic. Besides that, it analyzes teaching materials as a channel to show physics and encourage creativity and imagination in the classroom.

The second chapter shows the diagnostic part, which by apply a survey; it found that students have difficulties to understand contents of Physics II, in addition that teaching materials support teachers in their work, and students in their learning process. It was found that the institution doesn't have enough teaching materials to teach it, the enough information needed for it, and the main information to make materials for teaching physics II with their respective teacher's guide.

Finally, in chapter three a proposition is presented, which consists in two parts; teaching materials as complementary resources for teaching physics II and a tutorial; which consists in 12 practices for teachers, where the correct use of teaching materials is specified. This guide is made in this way: 1. Name of educational materials, 2. Covered topics, 3. Description, 4. Teacher Guide, 5. Theoretical framework, 6. Model Exercise 7. Proposed activity.

## KEYWORDS

- Physical, Instructional Materials, Constructivism, Teaching Guide, teaching, meaningful learning.



## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| RESUMEN .....   | 2         |
| ABSTRACT .....  | 3         |
| ÍNDICE.....   | 4         |
| CLAUSURAS DE DERECHOS DE AUTOR .....  | 6         |
| CLAUSURAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....   | 8         |
| DEDICATORIA .....   | 10        |
| AGRADECIMIENTOS .....   | 12        |
| INTRODUCCIÓN .....  | 14        |
| <b>CAPÍTULO 1.....</b>  | <b>15</b> |
| 1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....   | 15        |
| 1.1.1 Problema.....   | 15        |
| 1.1.2 El uso de materiales didácticos en el aula desde una perspectiva Constructivista..... | 15        |
| Ideas fundamentales del Constructivismo.....  | 15        |
| • Teoría de Jean Piaget.....  | 17        |
| • Teoría de Lev Vygotsky.....   | 19        |
| • Teoría de Jérôme Bruner.....  | 20        |
| • Teoría de David Ausubel.....  | 21        |
| 1.1.3 El material didáctico como canal para divulgar la Física dentro del aula. ....        | 24        |
| 1.1.4 Incentivar la creatividad y la imaginación dentro del aula.....                       | 27        |
| <b>CAPÍTULO 2.....</b>  | <b>32</b> |
| 2.1 INTRODUCCIÓN .....  | 32        |
| 2.2 METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....   | 32        |
| 2.3 POBLACION Y MUESTRA .....   | 32        |
| 2.4 ANÁLISIS DE ENCUESTAS.....  | 33        |
| 2.4.1 Conclusiones.....   | 47        |
| <b>CAPÍTULO 3.....</b>  | <b>49</b> |
| 3.1 ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.....   | 49        |
| 3.2 PLAN DE LA PROPUESTA .....  | 50        |
| 3.3 PROPUESTA .....   | 51        |
| • Dinámica traslacional de un sistema. ....   | 52        |
| • Fuerzas en el movimiento circular. ....   | 58        |
| • Conservación del momentum angular de espín. ....  | 63        |
| • Trabajo de una fuerza constante. ....   | 71        |
| • Energía cinética de traslación. ....  | 77        |
| • Energía potencial. ....   | 77        |
| • Conservación de la energía mecánica. ....   | 77        |
| • Energía potencial elástica.....   | 77        |
| • Energía cinética total. Conservación de la energía.....                                   | 77        |
| • Trabajo de un torque constante. ....  | 100       |
| • Leyes de Kepler.....  | 105       |
| • Ley de gravitación universal.....   | 110       |
| • Campo gravitacional e ntensidad de campo gravitacional.....                               | 115       |
| • Energía potencial gravitacional.....  | 119       |
| • Esfuerzos.....  | 124       |
| • Deformaciones unitarias por variaciones de longitud.....                                  | 130       |
| • Deformaciones por cizalladura.....  | 130       |
| • Principio de Pascal.....  | 137       |



|   |            |
|---|------------|
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>144</b> |
| ANEXO 1: ENTREVISTA.....                                      | 144        |
| ANEXO 2: DISEÑO DE ENCUESTA .....                             | 145        |
| ANEXO 3: CERTIFICADO DE PERMISO PARA APLICAR LA ENCUESTA..... | 150        |
| ANEXO 4: INVENTARIO DE LABORATORIO DE FÍSICA.....             | 151        |
| ANEXO 5: VALIDACIÓN .....                                     | 158        |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                                      | <b>160</b> |



## CLAUSURAS DE DERECHOS DE AUTOR



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

Yo **Erika Gabriela Morocho Tacuri**, autora de la tesis "ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA II DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de licenciada en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, 07 de Octubre de 2016.

Erika Gabriela Morocho Tacuri

C.I: 0105725626



Universidad de Cuenca  
Clausula de derechos de autor

Yo *Christian Oswaldo Rivera Torres*, autor de la tesis "ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA II DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de licenciado en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 07 de Octubre de 2016.

Christian Oswaldo Rivera Torres

C.I.: 0104608336



---

CLAUSURAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

---

Yo, Erika Gabriela Morocho Tacuri autora de la tesis "ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA II DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 07 de Octubre de 2016.

Erika Gabriela Morocho Tacuri

C.I: 0105725626



Universidad de Cuenca  
Clausula de propiedad intelectual

Yo, **Christian Oswaldo Rivera Torres** autor de la tesis "**ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA II DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 07 de Octubre de 2016.

Christian Oswaldo Rivera Torres

C.I.: 0104608336



---

## DEDICATORIA

*Este trabajo de titulación dedico a Dios, quien supo darme fuerzas para seguir adelante y no rendirme ante los problemas que se presentaban.*

*A mi familia, ya que por ellos soy lo que soy. A mis padres, por guiarme por el buen camino, apoyarme en cada paso que he dado, por los valores que me han inculcado y principalmente por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.*

*A mi esposo e hija, ya que ellos han sido mi motivación, mi fuerza para alcanzar mis objetivos.*

*A mis maestros y amigos, quienes me han permitido compartir y entrar en sus vidas durante 5 años llenos de de alegrías y tristezas.*

*Erika Morocho*





*A mis queridos padres, por su amor y apoyo incondicional, quienes me han demostrado que con sacrificio y constancia se puede conseguir los sueños y metas que nos propongamos.*

*A mi hermano, el mejor amigo y confidente que ha sido un ejemplo a seguir y quien ha sabido estar siempre a mi lado.*

*A mi familia, quienes me han demostrado que los lazos de amor que nos une son tan fuertes y superan problemas y trascienden distancias.*

*A mis amigos, a los mismos que han estado desde un principio en las buenas y en las malas, a los que hoy a pesar de todo puedo decir que están a mi lado.*

*Christian Rivera*

---

## AGRADECIMIENTOS

*A mis padres, Bruno Morocho y Blanca Tacuri, por sus consejos, porque siempre se han esforzado por darme lo mejor, ustedes han sido el impulso que siempre he necesitado para salir adelante. Les agradezco por siempre confiar en mí, por haberme dado todo su amor y saber corregirme cuando era necesario. Gracias por ser tan buenos padres.*

*A mis hermanas, Sandra, Jhoanna y Jocelyn, por estar a mi lado en todo momento, compartir conmigo mis alegrías, tristezas, logros y fracasos.*

*Gracias por ser mi soporte cuando más lo necesitaba.*

*A mi tía, Carmen Tacuri, por ser como una madre, por todo su entrega, cariño y dedicación que demostró durante los 7 años que mis padres estuvieron ausentes.*

*A mi prima, Lourdes Mejía, por sus consejos, por todas tus enseñanzas, por su paciencia y sobretodo amor. Gracias por quererme como si fuera una hija.*

*A mi esposo, Felipe Maldonado, por darme todo su amor, ayudarme en todo lo que ha podido y ser el pilar fundamental para alcanzar este logro en mi vida.*

*A mi hija, Sofía Maldonado, por su amor y alegría, por comprender que muchas de las veces no podía estar junto a ella, por cumplir con todos los trabajos y responsabilidades de la universidad. Gracias por ser mi fuerza y mi inspiración para mejorar día a día*

*Finalmente a mis maestros y amigos, en especial al tutor de este trabajo de titulación Dr. Santiago Avecillas por su apoyo y paciencia. A mi compañero y amigo Christian Rivera, por su amistad, respeto y responsabilidad que demostró tener durante este tiempo compartido.*

*Erika Morocho*



*A mis padres, Elsa Torres y Luis Rivera, por sus consejos, valores inculcados, por ser el pilar principal, el más fuerte y lleno de amor incondicional a lo largo de mi vida, por una de las mejores frases de mi padre: “Hijo en lo que sea, pero el mejor”.*

*A mi hermano, Juan Enrique, por todos los momentos compartidos; malos, buenos y los mejores de mi vida, por el hecho de saber que su felicidad es la mía y mi triunfo es el suyo.*

*A mi familia, por todo su amor fraternal, consejos y apoyo incondicional que han contribuido no solo a conseguir este triunfo académico, sino a mi crecimiento personal. De especial manera a mis tíos, Eva Tenesaca, y Fernando Astudillo, sin ellos sería imposible haber conseguido esta meta ya cumplida; mis primos Darío, Paul, Karla, Stephany, Vivi y mi cuñada Yessenia, por compartir tantos buenos y malos momentos, por acompañarme en mi locura de viajar.*

*A mis amigos, por su amistad y hacer de mi vida un poco más alegre, por su apoyo y preocupación. De especial manera a Oswaldo, Jessenia y Fanny, que aunque la distancia nos pueda separar, espero poder mantener esta amistad hasta el final de mis días; a la compañera de este trabajo de titulación, Gabriela Morocho, por su gran amistad, apoyo y constancia por conseguir esta meta.*

*Finalmente a todos los docentes, quienes han sabido compartir su conocimiento y valores con el único afán de educar a personas de bien. Un especial agradecimiento al tutor de este trabajo de titulación, Dr. Santiago Avecillas por su responsabilidad y constancia.*

*Christian Rivera*



## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años se han dado grandes cambios en la educación superior ecuatoriana, estos se basan en la excelencia de sus estudiantes, docentes y centros educativos; por esta razón al sistema educativo actual se le esboza el desafío de formar personas altamente calificadas, y con destrezas para adecuarse a los cambios que ocasiona la introducción de nuevas tecnologías. De lo cual emana, la necesidad de la superación constante y la importancia de tener unos conocimientos afianzados que lo suministran las asignaturas básicas, una de las cuales es la Física.

La Física contiene en sí misma un elevado valor cultural; para la comprensión de la realidad actual basada en el desarrollo de la ciencia y la tecnología de los últimos años, es necesario tener conocimientos de Física. La necesidad creciente de este conocimiento científico es un síntoma del gran impacto social de estos adelantos científico-tecnológicos.

La enseñanza tradicional de la Física estaba ajustada al conocimiento de hechos, teorías científicas y aplicaciones tecnológicas. Las exigencias de la nueva pedagogía crítica ponen el énfasis en la naturaleza, estructura y unidad de la ciencia, y en el proceso de "indagación" científica. Es por ello que es necesario mejorar las prácticas pedagógicas de los docentes de Física en aras de desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes, mejorar la calidad del aprendizaje e integrar sus conocimientos de Física a su interacción contextual.

La carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, con el fin de alcanzar esta educación de excelencia, dispone de un laboratorio de Física en el cual se demuestran, consolidan y redescubren leyes Físicas mediante procesos experimentales y diferentes materiales complementarios. Este debe actualizarse con la creación de nuevo material didáctico que contribuya a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del gran conjunto de contenidos de la Física, como es el caso de los temas de Física II que se abordan en los primeros ciclos de la carrera de Matemáticas y Física.



## CAPÍTULO 1

### 1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1.1.1 Problema.

Las dificultades que presentan los estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca en cuanto a la comprensión de los conocimientos de la Física II son notables. Después de una entrevista<sup>1</sup> con los docentes de la asignatura en dicha carrera, se concluye que los estudiantes presentan dificultades en el desarrollo y comprensión de las actividades a causa de una mala interpretación de los problemas y confusión al usar las ecuaciones. Esto se refleja en el bajo rendimiento en pruebas y evaluaciones. Por ello, se plantea la siguiente pregunta.

¿Qué materiales didácticos se pueden utilizar para la enseñanza de la Física II en la carrera de Matemática y Física de la Universidad de Cuenca?

#### 1.1.2 El uso de materiales didácticos en el aula desde una perspectiva Constructivista.

##### *Ideas fundamentales del Constructivismo.*

Con el transcurso del tiempo se han desarrollado varias teorías acerca de cómo se produce el aprendizaje en los seres humanos, con el propósito de encontrar la forma más adecuada de enseñar; en tal empeño se han ocupado tanto pedagogos como psicólogos, siendo los más notorios por sus contribuciones al respecto Piaget, Vygotsky, Bruner y Ausebel, precursores del constructivismo, considerado no como un método o simple técnica de aprendizaje, sino como el conjunto de diversas teorías con nexos al fundamentar que “los aprendizajes se construyen, no se transmiten, trasladan o se copian” (González, 2009, p.21).

Por lo que el constructivismo se considera una corriente que se erige como marco explicativo de la educación escolar, ya que permite, mediante la integración de aportaciones diferentes que tienen en común los principios

---

<sup>1</sup> La entrevista se realizó a los docentes pertenecientes a la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca en el ciclo Septiembre 2015 – Febrero 2016. Y se puede encontrar en la parte de Anexos 1 del presente trabajo.



constructivistas, servir de base al docente para implementar satisfactoriamente el proceso educativo con sus educandos.

El modelo constructivista promueve un aprendizaje a partir de que los educandos desarrollen la capacidad de decidir por sí mismos, asumiendo una postura activa y pensante, pues la educación desde este enfoque suscita a que los alumnos desplieguen todas sus capacidades, reconociendo que cada sujeto tiene un aprendizaje personal, aun así necesitan de un conjunto de aspectos culturales que sirvan para conceder significado a la elaboración propia del aprendizaje (Moncada, 2013).

Aunque el constructivismo tiene diferentes representantes teóricos, todos coinciden en cinco proposiciones especialmente elaboradas que se erigen como las ideas fundamentales de este paradigma actualmente aplicado en la práctica pedagógica, las mismas son:

1. "El aprendiz es activo en cuanto él mismo procesa e integra nueva información a su experiencia previa de aprendizaje." (Soler Fernández, 2006, p.35). El alumno aprende, por tanto, por una elaboración propia basada en la experiencia personal que aporta para el aprendizaje.
2. "Se reúnen múltiples perspectivas para construir una «visión» integrada de un dominio del conocimiento a partir de autores, docentes, padres y actores del medio ambiente cultural y social". (Soler Fernández, 2006, p.35) El conocimiento se apoya en las influencias del entorno. La familia y el aula son los elementos más frecuentes que rodean a una persona en el aprendizaje.
3. "El proceso de aprendizaje exige de los participantes colaboración y cooperación comunicándose con los otros miembros de la comunidad de aprendizaje, a objeto de sintetizar y conferir significado al conocimiento que la comunidad construye" (Soler Fernández, 2006, p.35). Lo importante en el constructivismo no es el construir, en este caso, sino el de recibir. El aprendizaje toma un carácter activo, de recepción, y no pasivo. La idea es que las personas aprenden cuando pueden controlar el aprendizaje y sienten el control de su educación.



4. “El control del proceso de aprendizaje se orienta hacia los aprendices, quienes activamente interactúan entre sí, con el docente y con otros actores del medio sociocultural” (Soler Fernández, 2006, p.35). Con la comunicación educativa se construye la personalidad del educando. La comunicación otorga información que se recibe y se elabora con la interacción con las experiencias ya construidas y con la influencia del medio ambiente. La comunicación debe ser activa y adaptada, dado que el receptor elabora sus propios esquemas bajo su experiencia socio-cultural y cognitiva.

5. “Se mantiene un ambiente auténtico con experiencias de la vida real, evitando un conocimiento fuera de contexto y privado de significado compartido” (Soler Fernández, 2006, p.35). Se aprende en base a las experiencias del alumno y apoyado por su propio entorno con la participación de los compañeros-alumnos en actividades de contexto, los profesores y la familia ( Illescas & Pomaquiza, 2015).

A continuación se referirán las teorías más relevantes que nutren con sus aportes los principios constructivistas del aprendizaje:

- **Teoría de Jean Piaget**

Jean Piaget fue un destacado biólogo, psicólogo y epistemólogo nacido en Suiza (1896 – 1980), que ha sido considerado una de las figuras más emblemáticas de la ciencia del comportamiento en los últimos tiempos y a pesar de no haber sido pedagogo, sus estudios han ayudado considerablemente a entender cómo se produce el aprendizaje en los seres humanos.

Esto se debe a que Jean Piaget, teniendo como sustento sus experiencias tanto en el campo de la psicología como en el de la biología, dedicó gran parte de su vida a crear una teoría del conocimiento que posibilitara advertir el desarrollo del pensamiento, pues él deseaba entender cómo funcionaba el cerebro al momento de guardar información.



En su teoría, Piaget describe cómo los seres humanos conocen, reúnen y organizan toda la información que van adquiriendo del medio donde viven, a través de un constante intercambio.

Por lo que en su teoría Piaget asevera que es mediante el intercambio activo que los sujetos aprenden; esto significa que es precisamente cuando se hace alguna cosa, ya sea razonar, imaginar o manipular, que se aprende verdaderamente, es decir se logra el aprendizaje cuando las personas son actores y protagonista del aprendizaje propio.

Debido a que cuando se aprende de forma activa, los individuos van obteniendo experiencias que quedan almacenadas en su cerebro, “según Piaget, todas estas experiencias de aprendizaje se agrupan de manera organizada formando estructuras, que se conectan con otras que ya existían. De esta forma la estructura mental está en constante construcción” (González, 2012, p.10).

Resultando de lo anterior que el conocimiento sea concebido desde esta teoría como un resultado de la interrelación que se establece entre el individuo y el contexto en que se desenvuelve, construyéndose este a partir de la actividad física e intelectual de los sujetos que aprenden.

Conforme con Piaget, si en el aula, al interactuar el docente con los educandos, este no facilita dichas interrelaciones de índole tanto físicas como intelectuales, no se producirá el aprendizaje debido a que únicamente estará contribuyendo a que los alumnos repitan de memoria los conceptos estudiados.

Es importante destacar que Piaget sustentaba que el aprendizaje no era la mera transmisión y acumulación de saberes o conocimientos, sino un proceso activo que de forma constante se estaba construyendo por el vínculo existente entre la experiencia acumulada por la persona y la información que esta recibía.

Esto se manifiesta cuando en distintas ocasiones se recibe del medio, información desconocida que provoca extrañeza o duda porque no se encuentra sustento en la estructura que ya posee el cerebro; entonces se





produce un conflicto cognitivo, pues el cerebro no sabe dónde guardar la información nueva recibida y en ese momento se indaga para obtener nueva información que permita conectar la recibida con la que ya teníamos retenida, para alcanzar la armonía y equilibrio antes perdido.

“Piaget definía la equilibración como la búsqueda de coherencia entre la experiencia adquirida y la estructura mental (cognitiva) que ya posee. Y es a través de la creación de conflictos cognitivos que surge la necesidad de aprender” (González, 2012, p.12).

- **Teoría de Lev Vygotsky.**

Lev Vygotsky fue un psicólogo nacido en Rusia (1896-1934) que legó contribuciones valiosas a la psicología, también usadas por la pedagogía. Vygotsky defendió el postulado de que la inteligencia se desarrolla por la influencia de determinadas herramientas psicológicas que los sujetos encuentran en el contexto en que interactúan, entre las que asume un papel fundamental el lenguaje, que se erige como la herramienta capaz de ampliar las habilidades mentales tales como: la atención y la memoria, entre otras.

Siendo importante destacar que Vygotsky, contemporáneo a Piaget concuerda con éste en el modo de “explicar la organización de pensamiento para la adquisición de nuevos aprendizajes, sin embargo (...) le agrega un elemento muy importante y es la necesidad de una mediación para que se logren modificar las estructuras mentales, así como la interacción social” (González, 2012, p.13).

La teoría de Vygotsky da mucho valor al papel de la cultura, pues considera que aporta a los individuos las herramientas útiles para transformar su medio ya que expone que en dependencia del estímulo social y cultural recibido alcanzarán los educandos las destrezas y habilidades necesarias para lograr su desarrollo; sostiene también que la cultura se estructura a partir de un sistema de símbolos que actúa como mediador en las acciones de las personas.



La dicotomía entre la teoría de Piaget y Vygotsky está dada en que mientras Piaget expone que la persona consigue información y aprende por sí mismo, Vygotsky formula que es imprescindible la interrelación entre los sujetos y el medio para que surjan los aprendizajes. “En las interacciones se van ampliando las estructuras mentales, se reconstruyen conocimientos, valores, actitudes, habilidades” (González, 2012, p.13).

La totalidad de las funciones mentales superiores devienen del vínculo que tiene lugar entre las personas, por eso Vygotsky expone que los individuos no copian los significados del medio, contrario a lo expuesto por los conductistas, ni los elaboran individualmente como postulaba Piaget, sino que los reelaboran a través de la interiorización de lo que el contexto les proporciona. Resultando la “mediación” un concepto primordial de la obra de Vygotsky; la misma se concibe como un recurso que permite a los individuos obtener el conocimiento de forma autónoma e independiente teniendo como puente el docente.

Precisamente el docente va conduciendo a los estudiantes para que mediante la deducción y el conocimiento del medio adquiera los aprendizajes necesarios. En fin, la teoría de Vygotsky fundamenta la idea de que los individuos poseen un conocimiento que les posibilita ejecutar determinadas acciones, (zona de desarrollo) y es al docente a quien corresponde trabajar en la zona de desarrollo próximo, definida por Vygotsky como “aquellas funciones que todavía no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración, funciones que un mañana no lejano alcanzarán su madurez” (González, 2012, p.16).

Para que el educando desarrolle las habilidades de las que aún carece o para que las que posee parcialmente maduren lo suficiente acorde a su nivel pedagógico, necesitando para eso el apoyo o mediación de sus profesores.

- **Teoría de Jérôme Bruner.**

Jérôme Bruner fue doctor en psicología y nacido en Estados Unidos en 1915, este respaldó la teoría de Piaget y de Vygotsky, “él planteó que el niño es un ser social con una cultura y una serie de conocimientos (conocimientos



previos) los cuales organiza en estructuras mentales al realizar alguna actividad y aprende cuando descubre a través de lo que ha realizado” (González, 2012, p.17).

Resaltando en su teoría la importancia de la acción para hacer, así como la posibilidad de obtener conocimientos con la mediación del docente. Para Bruner la construcción de nuevos aprendizajes debe atravesar tres sistemas:

- El primer sistema se da a través de la manipulación y la acción. Bruner le llama “modo inactivo” que se refiere a la “inteligencia práctica, que se desarrolla como consecuencia del contacto del niño con los objetos y con los problemas de acción que el medio le da.
- El segundo sistema es la concepción de una imagen mental. Bruner la denomina “modo icónico que es la representación de cosas a través de imágenes libres de acción.” Esto también se refiere al uso de imágenes mentales que representan objetos.
- El tercer sistema se da a través del instrumento simbólico. “Modo simbólico que es cuando la acción y las imágenes se dan a conocer, o más bien dicho se traducen a un lenguaje” (González, 2012, p.17-18).

Bruner propone desafiar la mente mediante el interés por descubrir para que se formen nuevos aprendizajes. En dicho proceso el educando crea hipótesis sustentadas en los conocimientos adquiridos.

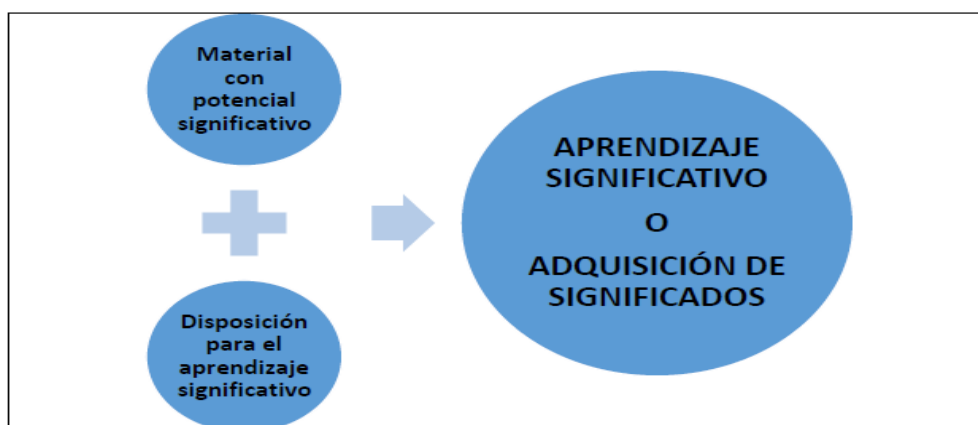
- **Teoría de David Ausubel.**

David Ausubel fue un psicólogo y pedagogo norteamericano que nació en 1918 y su teoría se sostiene en el aprendizaje significativo. Esta plantea que el nuevo conocimiento debe estar relacionado con los saberes que ya posee el educando, “alguna imagen mental, símbolo o concepto que sea relevante o importante para él o ella” (González, 2012, p.18).

Teniendo en cuenta los conocimientos previos de los educandos, se sustentan los nuevos ya que en la medida que estos sean relevantes serán significativos para el alumno, por lo que deben estar relacionados con aspectos de su vida, el ambiente en que se desarrolla o la cultura que comparte,

resultando de todo el aprendizaje significativo si se relaciona con los conocimientos que ha aprendido de su entorno.

**Figura 1:** Factores que se requieren para el aprendizaje significativo.



**Fuente:** ( Illescas & Pomaquiza, 2015).

Ausubel planteaba que: “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el aprendiente ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente” (González, 2012, p.19). Según Ausubel lo que sabe el educando, no se limita únicamente a información teórica, sino también a la que se adquiere a través de la experiencia.

Por lo que aplicando el fundamento de Ausubel los alumnos deben ostentar los conocimientos previos convenientes para apropiarse de los nuevos conocimientos; de ahí la necesidad de plantear estrategias metodológicas que posibiliten la activación de conceptos previos existentes en la estructura cognoscitiva.

El éxito del aprendizaje según la teoría de Ausubel está determinado por la capacidad de los docentes para crear interés por aprender en sus educandos, logrando de este modo que elaboren significados que les permitan hacer conexión con las estructuras mentales que ya poseen, es decir, el aprendizaje debe relacionarse directamente con “los conceptos, ideas e imágenes que el educando posee en su estructura mental” (González, 2012, p.20). Es decir, aprendizaje por descubrimiento.

Este aprendizaje también llamado heurístico incentiva al estudiante a que alcance los conocimientos para sí mismo de forma dinámica, descubriendo los contenidos y vinculándolos, para luego adecuarlos a sus esquemas cognitivos, por lo que el término alude al tipo de estrategia metodológica de enseñanza que se contrapone al aprendizaje por recepción.

**Tabla 1:** Tipos de aprendizaje.

| TIPOS DE APRENDIZAJE   |  |
|--|--|
| Repetitivo o memorístico   | Significativo  |
| <p><b>Concepto</b></p> <p>La información se basa en aprender al pie de la letra todos los conceptos nuevos que se adquiere. El estudiante carece de conceptos previos que hagan potencialmente significativo el proceso de aprendizaje.</p>  | <p><b>Concepto</b></p> <p>El contenido principal de la información a aprender debe ser descubierto por el estudiante.</p>  |
| <p><b>Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No se da gran importancia a los conocimientos previos del estudiante.</li> <li>▪ Los nuevos conocimientos adquiridos son totalmente verbalistas, arbitrarios es decir al pie de la letra.</li> <li>▪ El estudiante indica una actitud de memorismo, sin relacionarlo con experiencias o hechos.</li> <li>▪ Se construye conocimientos en base a un modelo/ diseño ya establecido.</li> <li>▪ Ninguna intención por incorporar el conocimiento a la estructura cognitiva.</li> </ul> | <p><b>Características</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La información nueva se relaciona con la ya existente en la estructura cognitiva del estudiante.</li> <li>▪ La información de los nuevos conocimientos es sustancial, no arbitraria, no verbalista y no literal.</li> <li>▪ Manifiesta o debe tener una actitud favorable para entender a fondo el significado.</li> <li>▪ Adquiere información fundamentados en conocimientos previos adecuados a su estructura cognitiva. Tener el propósito de relacionar los conocimientos a un nivel superior en la estructura cognitiva.</li> </ul> |
| TIPOS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO   |  |
| Por percepción   | Por descubrimiento   |
| <p><b>Concepto</b></p> <p>Se basa en la adquisición de información ya diseñados, donde el estudiante simplemente debe captar dicha información.</p>  | <p><b>Concepto</b></p> <p>El contenido principal de la información a aprender debe ser descubierto por el estudiante.</p>  |



| <b>Características</b>   | <b>Características</b>   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adquirir un conocimiento ya elaborado donde el estudiante solo debe entenderlo.</li> <li>▪ El estudiante incorpora información en su estructura cognitiva.</li> <li>▪ El aprendizaje no se basa en la memorización, porque también puede ser significativo.</li> <li>▪ Etapas avanzadas del desarrollo cognitivo.</li> <li>▪ Indispensable en todas las áreas establecidas del conocimiento.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El conocimiento está en experiencias acumuladas en la estructura mental del estudiante. Crea sus propios conceptos y soluciones de problemas en su estructura cognitiva.</li> <li>▪ El aprendizaje tiene que ser Significativo.</li> <li>▪ Etapas iniciales del desarrollo cognitivo.</li> <li>▪ Indispensable en todas las áreas establecidas del conocimiento.</li> </ul> |

**Fuente:** ( Illescas & Pomaquiza, 2012).

### 1.1.3 El material didáctico como canal para divulgar la Física dentro del aula.

“Los materiales didácticos son el conjunto de documentos textuales, gráficos, audiovisuales, etc., que sirven de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje y da estructura y soporte documental a los contenidos.” (Espinoza & Paucar, 2015, p.29). El material didáctico es concebido como la totalidad de recursos que emplea el docente para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje al impartir el contenido a sus alumnos.

Estos se emplean indistintamente en las diferentes instituciones educativas y en todos los niveles de educación, pues son para los docentes un recurso que facilita el proceso de enseñanza, especialmente de la Física cuyo contenido es abstracto en su mayoría; Baquero (2012) afirma:

Los materiales didácticos permiten hacer más objetivos los contenidos de cada asignatura del Plan de Estudios, y por tanto lograr mayor eficiencia en el proceso de asimilación del conocimiento (...) creando las condiciones para el desarrollo de habilidades, hábitos, capacidades, y la formación de convicciones. (p.24)

Para aprovechar las potencialidades del estudiante, deben utilizarse medios que exijan de éste un trabajo activo para la comprensión del nuevo



contenido y el reforzamiento de lo ya aprendido, integrado en un armónico balance con las actividades de consolidación y fijación del conocimiento por parte del profesor.

De ahí que se considere a los materiales didácticos como elementos esenciales de una buena clase, a partir de los cuales los educandos podrán apropiarse fácilmente de los contenidos abordados; asimismo estos materiales se emplean para conseguir atraer la atención de los alumnos, optimizando la concentración y conservación de la disímil información mostrada.

Esto es posible porque los materiales didácticos, al ser concretos, permiten la manipulación, como medio para obtener experiencia sensorial que posibilita al estudiante la activación y estimulación de los sentidos y de ese modo que puedan interiorizar los conocimientos que son transferidos por el docente. Dichos materiales podrán ser los objetos del medio que rodea a los alumnos o diseñados por los docentes.

Algunos autores sustentan que los materiales didácticos son precisamente instrumentos que posibilitan unificar la teoría abstracta con la práctica concreta y así aplicarla a la cotidianidad; esto confirma lo que sostienen en su investigación Espinoza & Paucar (2015) cuando exponen que: “El material didáctico es, en la enseñanza, el nexo entre las palabras y la realidad. Lo ideal sería que todo aprendizaje se llevase a cabo dentro de una situación real de la vida” (p.30).

Los materiales didácticos son medios de enseñanza que hacen posible crear las condiciones materiales propicias para satisfacer los requerimientos científicos del mundo contemporáneo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Baquero, 2012).

Por esto, el material didáctico es una exigencia indispensable en la enseñanza de contenidos para lograr el mayor desempeño en los estudiantes; estos de acuerdo a su funcionalidad se clasifican en:

- Materiales dedicados para la comunicación visual.
- Materiales para dibujar.



- Materiales para leer.
- Materiales para hacer medidas directas e indirectas.
- Materiales que son modelos.
- Materiales para la construcción de conceptos.
- Materiales para mostrar aplicaciones (Albuja & Digna, 2012).

Para su selección, ya sea al diseñarlos o comprarlos, se debe considerar los siguientes aspectos, en aras de garantizar que sean verdaderos medios facilitadores del aprendizaje:

**Aspecto físico:**

- El material educativo debe ser resistente y garantizar una durabilidad a largo plazo.
- El tamaño adecuado permite la fácil manipulación.
- Seguridad: Bordes redondeados, aristas que no corten.
- Elaborado con sustancias no tóxicas.
- De fácil manejo al manipularlos, de ser posible presentarlos en envases transparentes para su identificación y que reúnan facilidades para el traslado.
- Atractivos, es decir, con diseños de colores vivos que despierten la atención y curiosidad.

**Aspecto gráfico:**

- La impresión debe ser clara.
- Los colores deben estar claramente definidos.
- La diagramación ágil y fluida.
- El tamaño debe ser apropiado.
- Las ilustraciones deben ser claramente pertinentes.

**Aspecto pedagógico:**

- Coherencia con las competencias curriculares. Se debe esclarecer claramente la finalidad del material con relación a las capacidades del currículo.





- Polivalentes, es decir que puedan ser utilizados para estimular competencias de las diferentes áreas y en variedades que se programen dentro de un marco globalizado de acción.
- Debe ser compatible con los intereses y necesidades del aprendizaje.
- Es adecuado al nivel de desarrollo de los educandos.
- No muy estructurado, es decir que permita activar la imaginación a través de propuestas de uso (Albuja & Digna, 2012).

#### **1.1.4 Incentivar la creatividad y la imaginación dentro del aula.**

A inicios de los años 1990 se le comienza a prestar atención a la creatividad como una de las ciencias primordiales del futuro, alcanzando los estudios de la temática su esplendor hacia la segunda mitad del siglo XX, aproximadamente en 1950.

Actualmente también se le presta especial atención al tema por parte de educadores, psicólogos, entre otros especialistas, debido a las exigencias de la sociedad moderna marcada por el acelerado crecimiento científico-técnico que requiere el desarrollo de las potencialidades humanas.

Según Gonçalves (2013) expone en su investigación, la creatividad, “es una habilidad fundamental a ser desarrollada en el contexto educacional (...). El desarrollo de la creatividad despierta la motivación y propicia la mayor realización académica entre los alumnos, por medio de la expresión del pensamiento crítico y flexible” (p.2).

Esta es concebida como un “proceso auto renovador del individuo en actividades seleccionadas para el logro de resultados significativos; es un proceso que involucra a la persona en su totalidad: capacidades, emociones y discernimientos para el creador” (Pillco, 2011, p.22).

Por lo que la creatividad ocupa un espacio primordial en el desarrollo del pensamiento, siendo fundamental por consiguiente que los docentes le presten una atención especial. Al usar los recursos de la creatividad se contribuye al desarrollo del conocimiento, haciendo más factible los aprendizajes y así poder resolver de modo más eficiente los problemas.



La educación intelectual se orienta esencialmente al desarrollo de la inteligencia y de las capacidades generales del pensamiento del educando. El interés cognoscitivo que se despierta en los estudiantes durante el proceso docente educativo y su aplicación práctica es resultado de una acertada dirección pedagógica por parte de los profesores y es la base fundamental de la creatividad. Si los profesores no estimulan sistemáticamente la actividad creadora, nuestros educandos no mostrarán curiosidad y afán de conocimientos ante el impetuoso desarrollo científico técnico. (Pillco, 2011, p.22)

Resultando importante conocer acerca de cómo en el proceso de enseñanza-aprendizaje se puede estimular la potencialidad creativa del alumnado en el aula, ya que:

Una educación que vaya de la mano de la creatividad requiere de un arduo trabajo en todo lo relativo a las virtudes y a la verdadera colaboración de los estudiantes en la propia formación. Ellos deberán verse a sí mismos como responsables de su crecimiento personal, pues sólo así comprenderán el papel activo que desempeñan, tanto en la construcción de su personalidad como en el proceso de enseñanza-aprendizaje. (Pillco, 2011, p.49)

Para que la creatividad se manifieste en los educandos, los docentes deben asumir las siguientes funciones:

- Diagnóstico de necesidades. Conocer al alumnado y establecer el diagnóstico de sus necesidades.
- Preparar las clases. Organizar y gestionar situaciones mediadas de aprendizaje con estrategias didácticas que consideren la realización de actividades de aprendizaje (individuales y cooperativas) de gran potencial didáctico y que consideren las características de los estudiantes.
- Buscar y preparar materiales para los estudiantes, aprovechar todos los lenguajes (Pillco, 2012).

Específicamente en el aula debe crearse un ambiente creativo que propicie el desarrollo de la imaginación como máxima expresión de aprendizaje autónomo; para que se alcance el mismo deben existir las



condiciones objetivas, estar el alumno motivado con un conocimiento previo que le permita enmarcar el nuevo, para que de esa forma le sea significativo al educando y por último la realidad debe superarse para solucionar el problema; en fin, no deben existir obstáculos para la creación.

Algunas recomendaciones para proporcionar el desarrollo de conductas creativas en el ámbito escolar son:

- En el ambiente educativo debe predominar la flexibilidad y la libertad.
- Abrir espacios para la comunicación y la participación.
- Favorecer la curiosidad.
- Valorar la espontaneidad, la intuición, la inventiva, la imaginación, la búsqueda y la exploración.
- Evitar el dogmatismo y la intolerancia.
- Cultivar la fantasía, con el fin de abrirse a nuevas vías de realización y soluciones singulares.
- El educando debe tener posibilidad de reflexionar, opinar, disentir y de ensayar, incluso de equivocarse.
- Desarrollar todos los sentidos con actividades en la naturaleza.
- Estimular la autonomía, el espíritu crítico, la motivación, el esfuerzo y el trabajo. Animar a los estudiantes a que formulen preguntas que darles respuestas definitivas.
- Estimular la sensibilidad.
- Favorecer y proporcionar los medios adecuados para que el estudiante estimule sus facultades creadoras. (Pillco, 2011, p.17-18)

Por tanto, se evidencia la necesidad que exista coherencia entre los procesos cognitivos y el contexto actual, pues de esta manera se influye de manera más amena en el desarrollo del pensamiento de los estudiantes, apoyados en la tecnología y/o materiales didácticos, posibilitando el desarrollo del pensamiento crítico de manera creativa e influyendo en la originalidad de las ideas e iniciativas.

El desarrollo de conductas creativas se alcanza rompiendo la manera tradicional de desarrollar el proceso educativo, algo que ha permanecido por muchos años, a la vez que ha impedido nuevas propuestas dentro del proceso



de la educación, por lo que se debe crear ambientes y condiciones propicias para el desarrollo creativo de los estudiantes, por medio de recurso humanos y materiales adecuados para ello.

La creatividad se basa en procesos cognitivos, que forman parte del potencial humano, donde probablemente integre componentes tanto afectivos e intelectuales, siempre y cuando esté tomando en cuenta el contexto en el que se vive. Formando así parte de nuestros hábitos de vida mucho más aun en estos tiempos tan dinámicos, donde su aplicación y desarrollo no debería restringirse solo al proceso educativo, sino estar presente en todos los espacios de formación del ser humano, sean estos, familia, escuela o comunidad con las cuales están en constante involucramiento. (Rumipulla, 2012, p.26-27)

Alcanzar el desarrollo de la creatividad para enfrentar las exigencias que impone el mundo actual es un verdadero reto, tanto para las generaciones actuales como futuras, por lo que es indispensable la preparación de estas, de manera activa, posibilitando un desarrollo adecuado del pensamiento creativo, lo que incentivará a la comprensión del mundo circundante, incidiendo en su modificación acorde a las necesidades de cada individuo y no a las exigencias que impone la sociedad. Por lo que el desarrollo personal dentro del aula es fundamental, sin dejar de reconocer el papel fundamental de la familia en este aspecto. Por lo que la implementación de estrategias docentes adecuadas facilitan el aprendizaje de los educandos de manera significativa; entre estas estrategias se pueden relacionar las siguientes:

**Tabla 2:** Estrategias de enseñanza

| <b>ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA</b> |   |
|---------------------------------|---|
| Objetivos                       | Enunciado que establece condiciones, tipo de actividad y forma de evaluación del aprendizaje del estudiante, generación de expectativas apropiadas. |
| Resumen                         | Síntesis y abstracción de la información. Enfatiza conceptos claves, principios, término y argumentos.  |
| Organizador previo              | Información de tipo introductorio y contextual. Mantiene lo cognitivo   |

|                              |   |
|------------------------------|---|
|                              | entre la información nueva y la previa.   |
| Ilustraciones                | Presentación visual de los conceptos, objetos o situaciones de una teoría.  |
| Analogías                    | Indica que una cosa es semejante a otra.  |
| Preguntas intercaladas       | Están insertadas en la situación de enseñar de un context, ayudan a mantener la atención y favorecer la práctica, la retención y la obtención de información. |
| Pistas topográficas          | Señalamientos que se hacen en texto o una situación de enseñanza para enfatizar elementos relevantes de los contenidos por aprender.                          |
| Mapas conceptuales           | Representación gráfica de esquemas de conocimiento.   |
| Uso de estructuras textuales | Se trabaja con discursos orales o escritos que influyen en la comprensión y el recuerdo.  |
| Recursos didácticos          | Dentro de los cuales están los materiales concretos que funcionan como nexo entre lo abstracto del conocimiento y lo concreto.                                |

**Fuente:** (Rumipulla, 2012, p.49-50).



## CAPÍTULO 2

### 2.1 INTRODUCCIÓN

La finalidad de esta investigación fue conocer si el maestro utiliza material didáctico para la enseñanza de la Física II y evaluar sus conocimientos sobre la didáctica de la signatura, saber si la institución cuenta con el suficiente material didáctico para la enseñanza de la misma y la acogida que tendrá la implementación de material didáctico para la enseñanza de la física II.

### 2.2 METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

El método cualitativo emplea la medición numérica de las variables como método de recolección de datos, y a través de la estadística se analizan los resultados de las encuestas<sup>2</sup> para encontrar la propuesta más adecuada que solucione el problema que se investiga. Por lo tanto en esta investigación se utilizará este enfoque al momento de hacer las encuestas, y al realizar un inventario del material didáctico existente en el laboratorio de Física<sup>3</sup>, que son de tipo descriptivos; ya que para su análisis se usó tablas y gráficos para evidenciar de mejor manera los resultados obtenidos, caracterizar la problemática de la falta de canales para la difusión de la Física II entre el docente y sus estudiantes, y comprobar la necesidad de elaborar material didáctico para la enseñanza de la Física II.

### 2.3 POBLACION Y MUESTRA

La población de este trabajo de investigación está conformada por los docentes de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca que hayan impartido la asignatura de Física II y que actualmente estén laborando en la institución. Con el fin de abarcar el máximo de la población y tener el mayor nivel de confianza y menor error posible al analizar los datos,

---

<sup>2</sup> Esta encuesta se realizó a los docentes pertenecientes a la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca en el ciclo Febrero 2016 – Julio 2016. El diseño de la encuesta y el certificado de permiso para la aplicación de la misma se encuentra en el Anexo 2 y 3.

<sup>3</sup> Esta información se obtuvo de un inventario ya realizado por el Dr. Santiago Avecillas. Anexo 4.



además por la facilidad de acceder a los docentes que conforman la población de estudio, la muestra fue definida como toda la población.

## **2.4 ANÁLISIS DE ENCUESTAS**

Esta encuesta fue conformada por 11 preguntas, las cuales se pueden clasificar según su respuesta, según su función y según su contenido: Según su respuesta se pueden clasificar en: 5 de tipo cerradas, 2 dicotómicas y 3 politómicas (o categorizadas) que representan el 45%, y 6 abiertas que representa el 55%. Según su función en el cuestionario el 100% de las preguntas son de tipo batería, ya que tratan sobre el mismo tema que es la incidencia del material didáctico en la enseñanza para mejorar y facilitar la labor del docente en la enseñanza de la Física II. Por último, según su contenido, 3 de ellas que representan el 28%, son de identificación para situar la problemática de esta investigación; 4 son de opinión, con el fin de obtener información sobre la opinión de los docentes de la materia respecto del material didáctico, estas representan el 36%; 4 son de acción, con el fin de obtener información sobre el grado de aceptación del material didáctico en su uso en la enseñanza de los temas de la Física II, las cuales también representan el 36%.

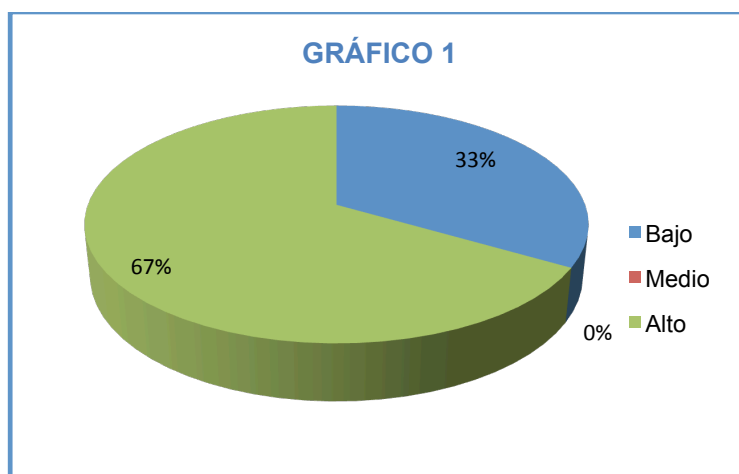
Los resultados de la encuesta han sido analizados pregunta a pregunta de la siguiente manera:

1. Según su perspectiva, ¿cuál es el nivel de complejidad de la Física II?

Argumente su respuesta

TABLA 1

| Categorías | Frecuencia | Porcentaje % |
|------------|------------|--------------|
| Bajo       | 1          | 33           |
| Medio      | 0          | 0            |
| Alto       | 2          | 67           |
| Total      | 3          | 100          |



*Fuente: Autoría propia.*

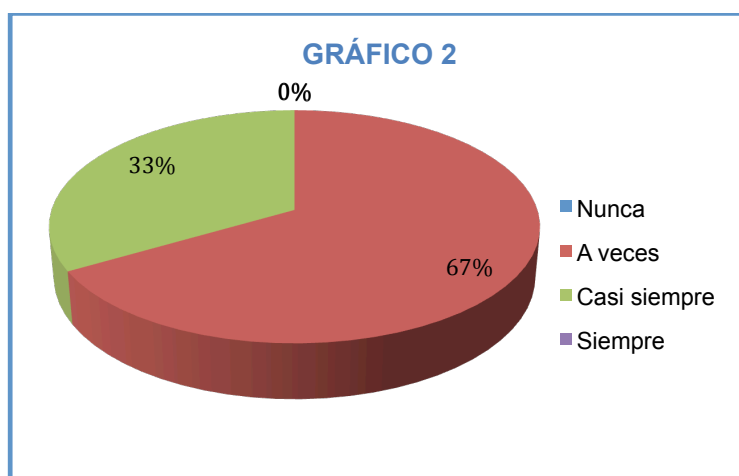
El 67% de la población encuestada respondió que el nivel de complejidad de la Física II es alto, ya que los estudiantes deben aplicar muchos conceptos anteriores en los cuales juega un papel importante el razonamiento; también se dijo que la física II comprende 3 grandes campos Dinámica, Oscilaciones Mecánicas y Mecánica de Fluidos. En conjunto abarcan el tratamiento de unos 70 temas que requieren de la predisposición del estudiante. Mientras que el 33% de la población encuestada dijo que el nivel de complejidad de la Física II es bajo, ya que los conocimientos que el estudiante debe alcanzar en el estudio de la Física II son de un nivel básico al ser previos para el estudio de las Físicas avanzadas.



2. ¿Sus estudiantes son capaces de utilizar los conocimientos de la Física II en la solución de problemas relacionados con la realidad?

TABLA 2

| Categorías   | Frecuencia | Porcentaje % |
|--------------|------------|--------------|
| Nunca        | 0          | 0            |
| A veces      | 2          | 67           |
| Casi siempre | 1          | 33           |
| Siempre      | 0          | 0            |
| Total        | 3          | 100          |



**Fuente:** Autoría propia.

En base a la encuesta y como podemos ver en el gráfico, el 67% de la población encuestada respondió que a veces sus estudiantes son capaces de utilizar los conocimientos de la física II en la solución de problemas relacionados con la realidad, frente a un 33% que respondió que sus estudiantes casi siempre son capaces de utilizar los conocimientos de la física II en la solución de problemas relacionados con la realidad.

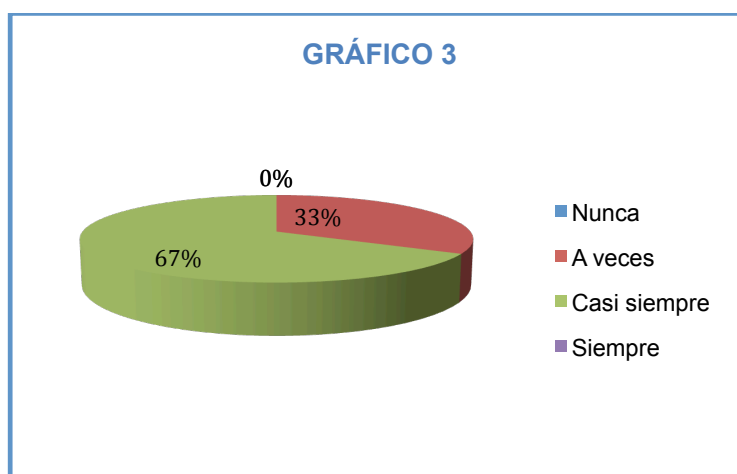
3. ¿Cree Ud. que sus explicaciones resultan entendibles para los estudiantes?

Argumente su respuesta

TABLA 3

| Categorías   | Frecuencia | Porcentaje % |
|--------------|------------|--------------|
| Nunca        | 0          | 0            |
| A veces      | 1          | 33           |
| Casi siempre | 2          | 67           |
| Siempre      | 0          | 0            |
| Total        | 3          | 100          |

GRÁFICO 3



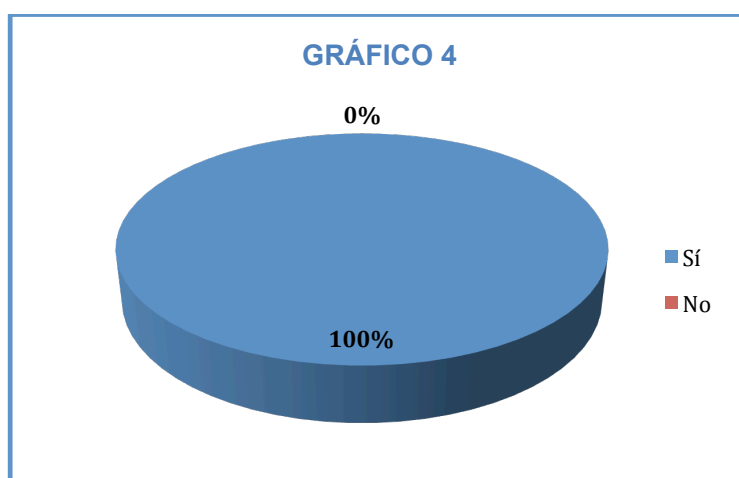
**Fuente:** Autoría propia.

La mayoría de encuestados, esto es el 67%, considera que casi siempre sus explicaciones resultan entendibles para los estudiantes, ya que por las conversaciones que han mantenido con los mismos han podido concluir que la mayor parte de ellos creen que las explicaciones son comprensibles; sin embargo cada tema es diferente y el abordaje depende de la experiencia que tenga el estudiante. Mientras que el 33% respondió que solo a veces sus explicaciones resultan entendibles para los estudiantes, puesto que tienen sus propios hábitos de estudio y su ritmo de aprendizaje y las explicaciones realizadas en el aula nos son suficientes, si estas no se complementan con la práctica. En lo que coinciden todos es en que sus explicaciones no siempre van a ser entendibles.

4. ¿Considera necesario disponer de material didáctico como complemento al texto guía para la explicación de temas de la Física II?

TABLA 4

| Categorías | Frecuencia | Porcentaje % |
|------------|------------|--------------|
| Sí         | 3          | 100          |
| No         | 0          | 0            |
| Total      | 3          | 100          |



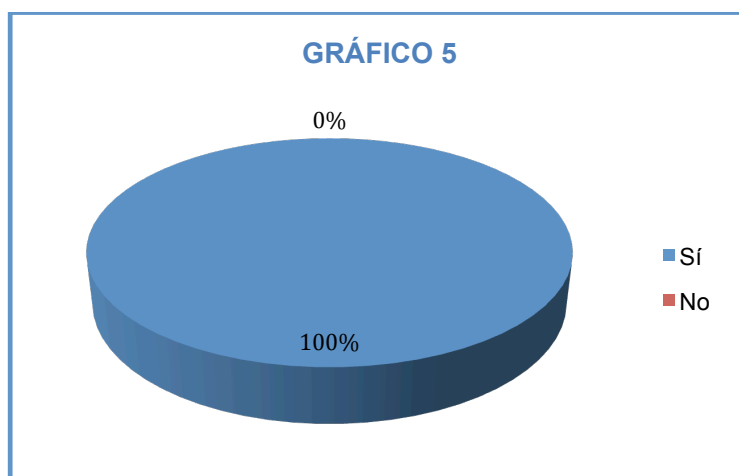
**Fuente:** Autoría propia.

El 100 % de la población encuestada respondió que es necesario disponer de material didáctico como complemento al texto guía para la explicación de temas de la Física II.

5. Según su perspectiva, ¿el uso de material didáctico en la enseñanza de la Física II influye positivamente en los estudiantes?

TABLA 5

| Categorías | Frecuencia | Porcentaje % |
|------------|------------|--------------|
| Sí         | 3          | 100          |
| No         | 0          | 0            |
| Total      | 3          | 100          |



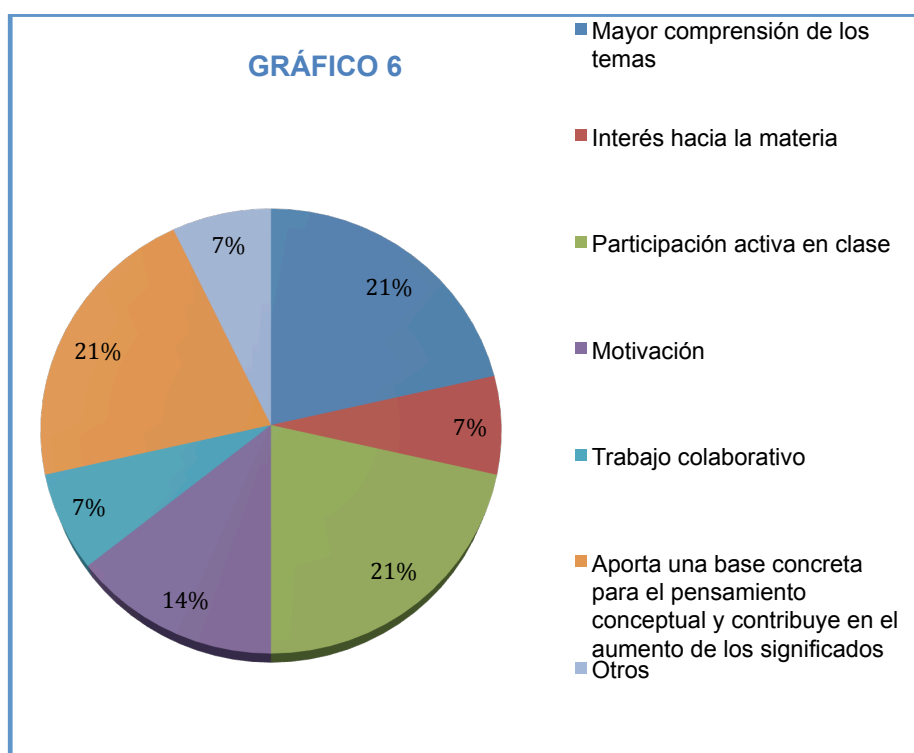
**Fuente:** Autoría propia.

De igual manera que en la pregunta anterior, el 100 % de la población encuestada respondió que el uso de material didáctico en la enseñanza de la Física II influye positivamente en los estudiantes.

6. Si su respuesta anterior es Sí, señale los aspectos en los que considera que influye positivamente el uso de material didáctico en el aula.

TABLA 6

| Categorías   | Frecuencia | Porcentaje |
|--|------------|------------|
| Mayor comprensión de los temas   | 3          | 21         |
| Interés hacia la materia   | 1          | 7          |
| Participación activa en clase  | 3          | 21         |
| Motivación   | 2          | 14         |
| Trabajo colaborativo   | 1          | 7          |
| Aporta una base concreta para el pensamiento conceptual y contribuye en el aumento de los significados | 3          | 21         |
| Otros:   | 1          | 7          |
| total  | 14         | 100        |



**Fuente:** Autoría propia.

El 22% de los encuestados consideran que el material didáctico ayuda a la mayor comprensión de los temas, a la participación activa en clase; además

aporta una base concreta para el pensamiento conceptual y contribuye en el aumento de los significados; mientras que el 14% piensa que el material didáctico eleva la motivación de los estudiantes y el 7% respondieron que el material didáctico eleva el interés por la materia y que le permite al estudiante indagar e investigar sobre el tema de su interés.

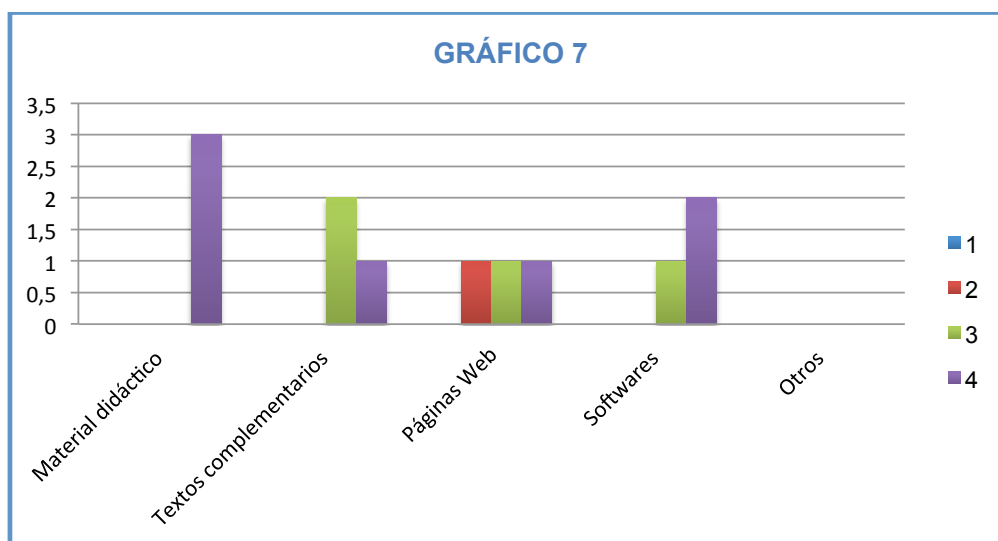
**7. De los siguientes aspectos, ¿cuáles considera Ud. más viables para la enseñanza de la Física II.**

**Desde poco importante (1), hasta muy importante (4).**

**Indique la razón de su respuesta.**

**TABLA 7**

| Categorías             | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------------|---|---|---|---|
| Material didáctico     | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Textos complementarios | 0 | 0 | 2 | 1 |
| Páginas Web            | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Softwares              | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Otros                  | 0 | 0 | 0 | 0 |



**Fuente:** Autoría propia.

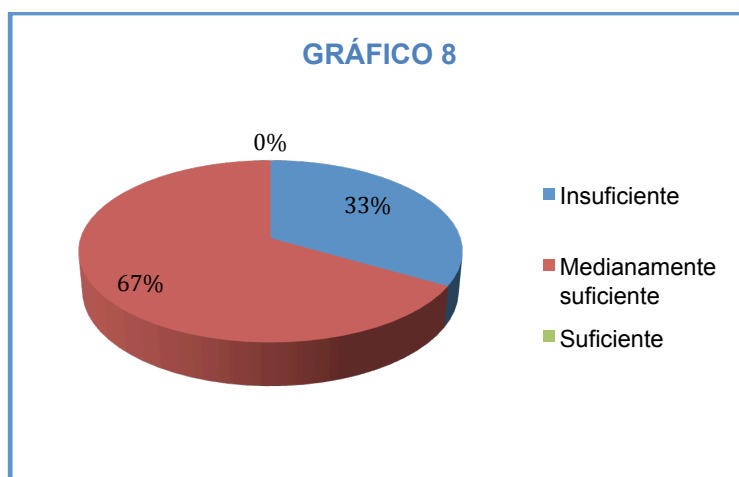
Los recursos didácticos con mayor importancia dentro de un aula son los materiales didácticos, seguidos por el software. En menor medida están los textos complementarios y páginas Web.

8. El material didáctico existente en el laboratorio de Física para la enseñanza de la Física II es:

TABLA 8

| Categorías              | Frecuencia | Porcentaje % |
|-------------------------|------------|--------------|
| Insuficiente            | 1          | 33           |
| Medianamente suficiente | 2          | 67           |
| Suficiente              | 0          | 0            |
| Total                   | 3          | 100          |

GRÁFICO 8



**Fuente:** Autoría propia.

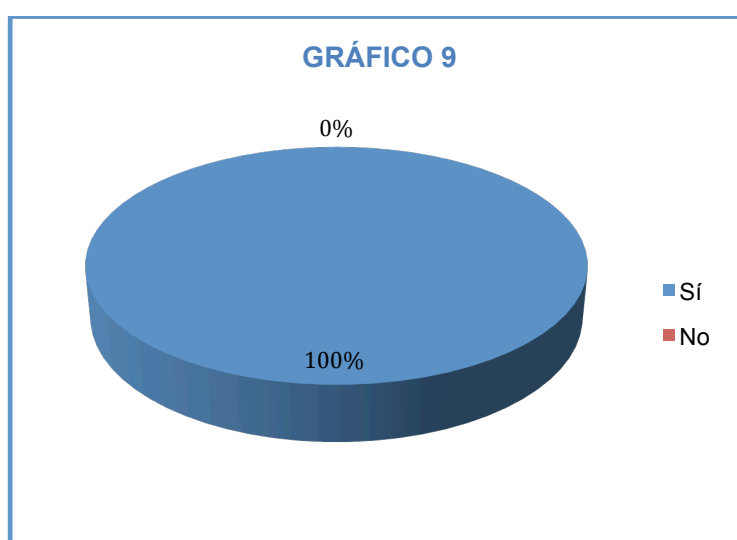
Todos los encuestados afirman que el material existente en el laboratorio de Física de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca es insuficiente o medianamente suficiente.

9. Al contar la institución con material didáctico para la enseñanza de la Física II, ¿usted lo utilizaría?

Indique la razón de su respuesta.

TABLA 9

| Categorías | Frecuencia | Porcentaje % |
|------------|------------|--------------|
| Sí         | 3          | 100          |
| No         | 0          | 0            |
| Total      | 3          | 100          |



**Fuente:** Autoría propia.

El 100% de los docentes encuestados piensan que al contar la institución con material didáctico para la enseñanza de la Física II lo utilizarían, ya que complementarían sus explicaciones.

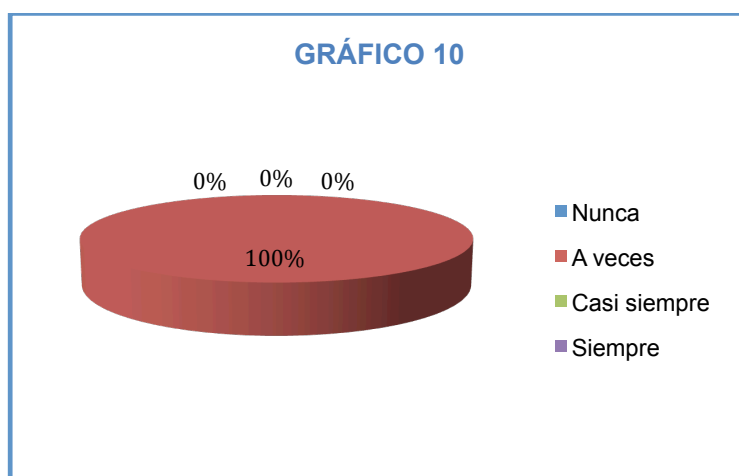


10. Señale la frecuencia con la que Ud. usa material didáctico en el aula.

TABLA 10

| Categorías   | Frecuencia | Porcentaje % |
|--------------|------------|--------------|
| Nunca        | 0          | 0            |
| A veces      | 3          | 100          |
| Casi siempre | 0          | 0            |
| Siempre      | 0          | 0            |
| Total        | 3          | 100          |

GRÁFICO 10



**Fuente:** Autoría propia.

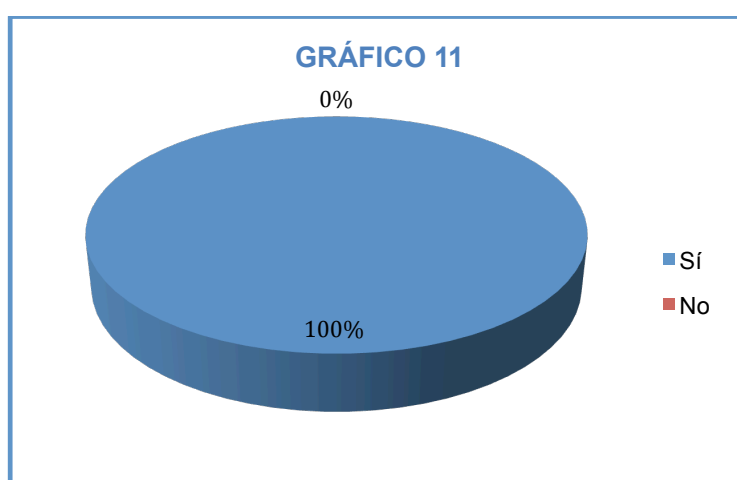
Todos los encuestados han respondido que a veces usan material didáctico como recurso didáctico en la enseñanza de temas de la Física II.

11. ¿Recomendaría usted la implementación de recursos didácticos para la enseñanza de la Física II?

Justifique su respuesta.

TABLA 11

| Categorías | Frecuencia | Porcentaje |
|------------|------------|------------|
| Sí         | 3          | 100        |
| No         | 0          | 0          |
| Total      | 3          | 100        |



**Fuente:** Autoría propia.

El 100% de los docentes recomendaría la implementación de recursos didácticos para la enseñanza de la física II, porque sería una gran ayuda para el docente y facilitaría la comprensión de la asignatura por parte de los estudiantes.

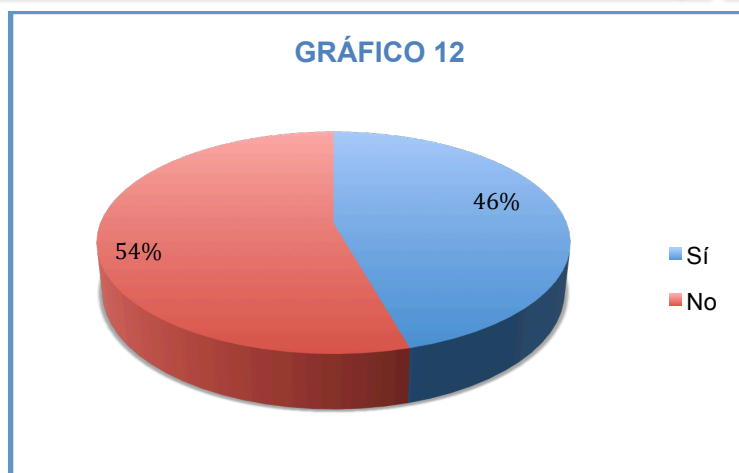
Por otro lado, mediante la información obtenida del sílabo de Física II y del inventario de materiales existentes en el laboratorio de Física de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca se desarrolló la siguiente tabla, donde se muestran los contenidos de la materia y material existente para cada tema. Hay que tener en cuenta que estos materiales necesitan un montaje y sirven para desarrollar prácticas de experimentación u observación de temas de la Física. Por lo que en muchas ocasiones se necesita un tiempo promedio de 40 – 60 minutos, para desarrollar cada práctica.

TABLA 12

| CONTENIDOS  | MATERIAL DIDÁCTICO EXISTENTE |
|---|------------------------------|
| <b>CINEMÁTICA ANGULAR</b>   |                              |
| Conceptos de posición, velocidad y aceleración angular                  | No                           |
| Movimiento circular uniforme  | Si                           |
| Movimiento circular uniformemente variado                               | Si                           |
| Relación entre movimientos rectilíneo y circular                        | No                           |
| <b>DINÁMICA</b>   |                              |
| <b>Dinámicas traslacional y rotacional</b>                              |                              |
| Momentum lineal   | No                           |
| Conservación del momentum lineal  | No                           |
| Leyes de Newton para la traslación                                      | Si                           |
| Impulso lineal  | No                           |
| Dinámica traslacional de un sistema                                     | Si                           |
| Fuerzas en el movimiento circular                                       | No                           |
| Momentum angular orbital de una partícula                               | No                           |
| Conservación del momentum angular orbital                               | No                           |
| Momentum angular de espín   | No                           |
| Momento de inercia  | No                           |
| Teorema de Steiner. Radio de giro                                       | No                           |
| Conservación del momentum angular de espín                              | No                           |
| Leyes de Newton para la rotación  | Si                           |
| Impulso angular   | No                           |
| Dinámica rotacional de un sistema                                       | Si                           |
| Dinámica de sistemas con traslación y rotación                          | Si                           |
| <b>Trabajo y energía en los movimientos de traslación y de rotación</b> |                              |
| Trabajo de una fuerza constante   | Si                           |
| Potencia  | No                           |
| Energía cinética de traslación  | Si                           |
| Trabajo de la gravedad  | No                           |
| Energía potencial   | Si                           |
| Energía mecánica total  | No                           |



|   |    |
|---|----|
| Conservación de la energía mecánica                     | No |
| Resortes y fuerzas elásticas                            | Sí |
| Energía potencial elástica                              | Sí |
| Choques y conservación de la energía                    | Sí |
| Trabajo de un torque constante                          | No |
| Energía cinética de rotación                            | Sí |
| Energía cinética total. Conservación de la energía      | Sí |
| Fibras. Torques y energía potencial torsionales         | No |
| <b>Gravitación universal</b>                            |    |
| Retrospección histórica                                 | No |
| Leyes de Kepler   | No |
| Ley de gravitación universal                            | No |
| Campo gravitacional e intensidad de campo gravitacional | No |
| Energía potencial gravitacional                         | No |
| Potencial gravitacional                                 | No |
| Dinámica planetaria y satélites                         | No |
| <b>OSCILACIONES MECÁNICAS</b>                           |    |
| <b>Elasticidad y oscilaciones</b>                       |    |
| Esfuerzos   | No |
| Deformaciones unitarias                                 | Sí |
| Módulos elásticos                                       | Sí |
| Ley de Hooke. Histéresis elástica                       | Sí |
| Cinemática del MAS                                      | Sí |
| Dinámica del MAS  | Sí |
| Péndulos  | Sí |
| Superposición de oscilaciones                           | Sí |
| <b>MECÁNICA DE FLUIDOS</b>                              |    |
| <b>Estática y dinámica de fluidos</b>                   |    |
| Presión hidrostática                                    | Sí |
| Principio de Pascal                                     | No |
| Principio de Arquímedes                                 | Sí |
| Tensión superficial                                     | Sí |
| Capilaridad   | Sí |
| Movimiento de un fluido. Continuidad                    | Sí |
| Teorema de Bernoulli                                    | No |
| Aplicaciones del teorema de Bernoulli                   | No |
| Viscosidad y rozamiento viscoso                         | Sí |



**Fuente:** *Sílabo de Física II de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, 2015 & Inventario de materiales de Laboratorio de Física de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca; Avecillas Jara, Alberto Santiago.*

El 47% de los contenidos de la Física II pueden ser desarrollados a través de experimentos con los materiales existentes en el Laboratorio de Física, mientras que el 53% de los contenidos de la materia aún no poseen algún tipo de material didáctico con el cual el docente pueda apoyarse para su explicación.

#### 2.4.1 Conclusiones

- La mayoría de docentes opinaron que el nivel de complejidad de la física II para los estudiantes es alto, ya que deben tener conceptos previos y muchos no los poseen; además los estudiantes aprenden de manera memorística, no le dan significado a sus aprendizajes, por lo tanto no son perdurables. Por otro lado también se dijo que la Física II abarca muchos temas y se necesita de la predisposición de los estudiantes para poder avanzar en la materia. Además los estudiantes no siempre entienden las explicaciones de los docentes, debido a que la explicación teórica no se complementa con la práctica. Esto se refleja en las dificultades de los estudiantes para relacionar sus conocimientos de Física con la realidad.



- Todos los docentes coinciden en que es necesario un material didáctico sencillo, que no necesite demasiado tiempo para su montaje ni experimentación, con el cual apoyarse en sus explicaciones y como complemento del texto guía. Además esto influye positivamente en sus estudiantes aumentando su motivación y participación en el aula, además de aportar una base concreta del pensamiento conceptual de la materia.
- Todos los docentes coinciden en que el material didáctico existente en el laboratorio de Física es medianamente suficiente o insuficiente para los temas de la Física II y que no siempre los usan, pero de contar con un material didáctico sencillo, fácil y rápido de usar lo harían como complemento a sus explicaciones, ya que facilita la comprensión de conceptos abstractos de la Física.
- Los recursos didácticos existentes en el laboratorio de Física no abarca todos los temas de la Física II. Además todos están diseñados para ser usados en prácticas de experimentación u observación, por lo que requieren demasiado tiempo para ser realizadas y dificulta a los docentes su uso en sus explicaciones.



## CAPÍTULO 3

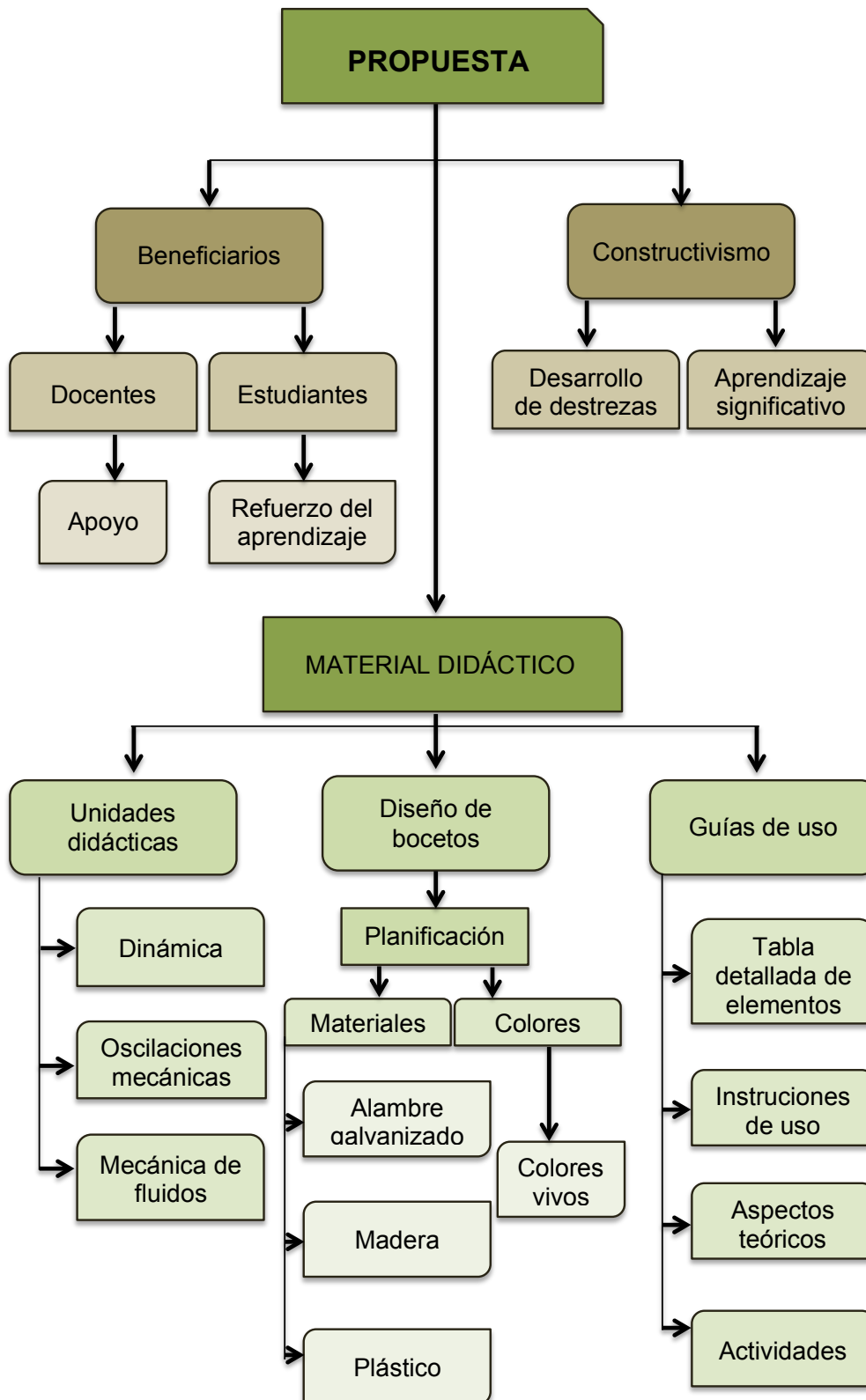
### 3.1 ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

En este capítulo se desarrolla la propuesta titulada: “ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE FÍSICA II DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, dirigida para los docentes de Física II de la mencionada Carrera; ha sido desarrollada desde una perspectiva constructivista con el fin de crear un nexo entre lo abstracto y lo concreto de la materia y conseguir que los estudiantes sean capaces de elaborar su propio conocimiento obteniendo así un aprendizaje significativo.

Esta propuesta abarca tres unidades didácticas de la Física II: Dinámica, Oscilaciones mecánicas y Mecánica de fluidos; los temas fueron seleccionados conjuntamente con el tutor de este trabajo de titulación, con el objetivo de complementar el laboratorio de Física de la Carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca.

Este trabajo se estructura de la siguiente forma: 1. Diseño y elaboración de cada material didáctico, con el objetivo de reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje de temas de Física. Para la construcción del material didáctico se eligieron materiales como alambre galvanizado, madera y plastic; para garantizar la perdurabilidad de los mismos, los colores que se usaron fueron “colores vivos” con el fin de que los elementos de dicho material sean vistosos y llamativos; 2. Realización de guías de uso como complemento del material didáctico, las cuales contienen: nombre del material didáctico; temas que cubren; descripción de las partes que componen al material didáctico; instrucciones de uso; marco teórico; ejercicio modelo y por último actividades propuestas.

### 3.2 PLAN DE LA PROPUESTA





3.3 PROPUESTA

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA  
EDUCACIÓN

CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

**GUÍA DE USO DEL MATERIAL DIDÁCTICO**



*Imagen. Material didáctico elaborado en este trabajo de titulación.*

**ERIKA GABRIELA MOROCHO TACURI**

**CHRISTIAN OSWALDO RIVERA TORRES**

**CUENCA, 2016**

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

Diagrama de cuerpo libre

**TEMAS QUE CUBRE**

- Dinámica traslacional de un sistema.

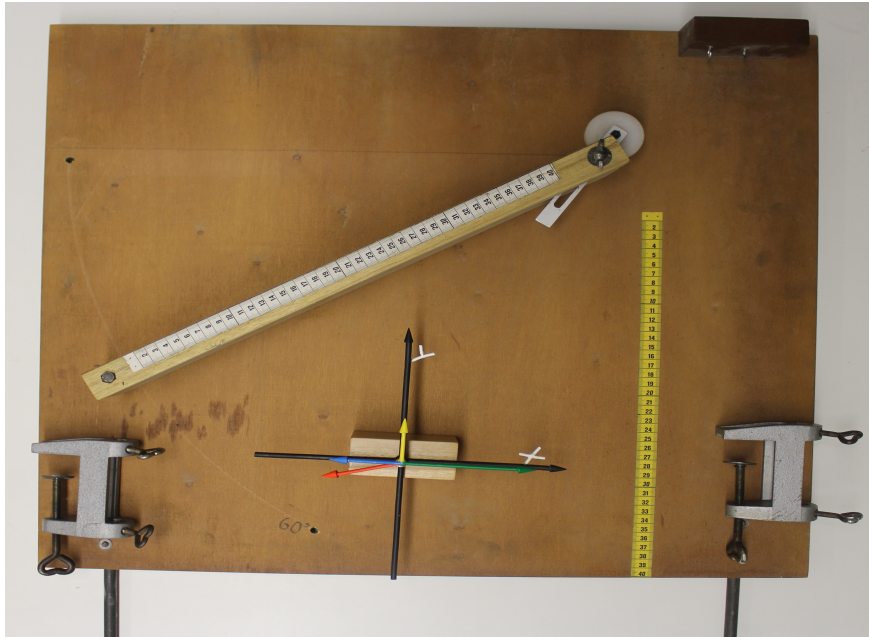


Imagen 1-1. Material completo para el diagrama de cuerpo libre.

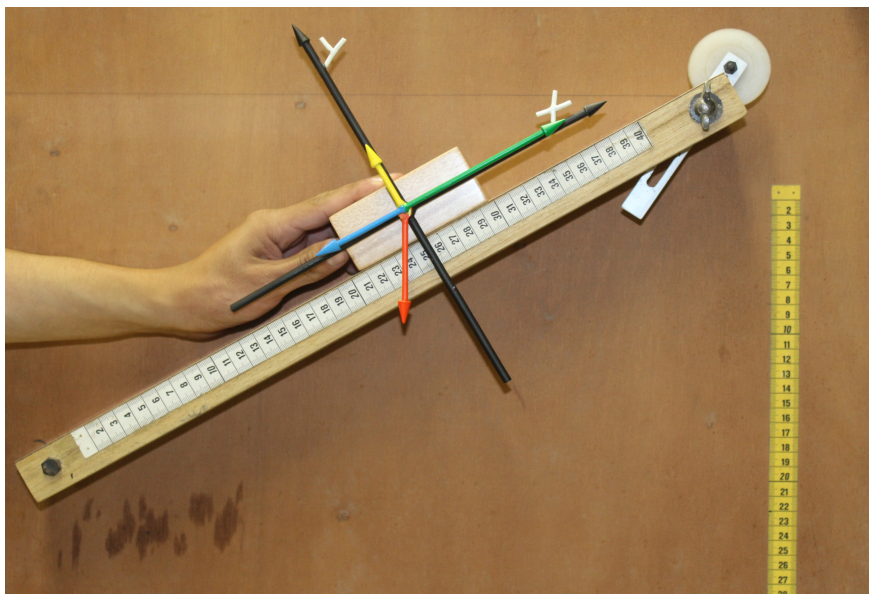


Imagen 1-2. Diagrama de cuerpo libre.

| DESCRIPCIÓN             |                      |           |       |                       |
|-------------------------|----------------------|-----------|-------|-----------------------|
| Elemento                | Material             | Color     | Cant. | Representa            |
| Taco                    | Madera               | Sin color | 1     | Partícula             |
| Vectores                | Aluminio galvanizado | Amarillo  | 1     | Normal                |
|                         |                      | Azul      | 1     | Fuerza rozamiento     |
|                         |                      | Verde     | 1     | Fuerza                |
|                         |                      | Naranja   | 1     | Peso                  |
| Ejes                    | Aluminio galvanizado | Negro     | 2     | Ejes catesianos X, Y  |
| Material complementario |                      |           |       |                       |
| Rampa                   | Madera               | Café      | 1     | Plano inclinado       |
| Pinzas de mesa          | Hierro               | Gris      | 2     | Soporte de la maqueta |

### GUÍA PARA EL MAESTRO

#### **DINÁMICA TRASLACIONAL**

**Objetivo:** Aplicar algunos de los conceptos que han sido desarrollados anteriormente a la resolución de problemas de movimiento traslacional de una o más partículas.

#### **Procedimiento:**

- En esta práctica estudiaremos el movimiento de una partícula sometida a la acción de una fuerza. Dicho estudio parte de la segunda ley de Newton para la traslación:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

- Ubique el plano inclinado sobre las pinzas de mesa la siguiente forma:



Imagen 1-1. Montaje de las pinzas de mesas.

- c. Ubique el plano inclinado a un ángulo cualquiera ( $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ). Con ayuda del tornillo ubicado en un extremo del plano inclinado.

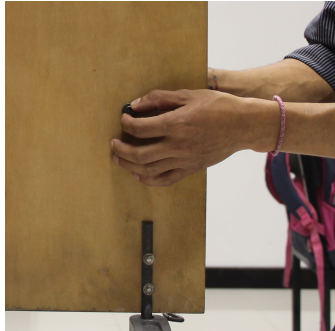


Imagen 1-2. Ajuste de tornillo.



Imagen 1-5. Ajuste de ángulo.

- d. Sitúe el sistema de fuerzas (diagrama de cuerpo libre) tal que; el eje x debe ser paralelo al plano inclinado y observe que la fuerza ( $\vec{F}$ ) tiene la misma dirección y sentido que el movimiento, la normal ( $\vec{N}$ ) es perpendicular al plano, la fuerza de rozamiento ( $\vec{F}_r$ ) se opone al movimiento y el peso ( $\vec{P}$ ) siempre apunta al centro de la Tierra.

- e. Al estar el peso apuntando al centro de la Tierra, este se deberá descomponer en sus componentes rectangulares X, Y. Mediante el teorema de Pitágoras tenemos que:

$$\vec{P}_x = -P \sin \alpha \vec{i}$$

$$\vec{P}_y = -P \cos \alpha \vec{j}$$

$$\text{Donde } \vec{P} = m\vec{g}$$

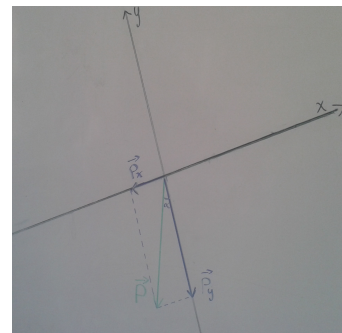


Imagen 1-6. Componentes rectangulares del vector peso.

- f. Recuerde que:

$$\vec{F}_r = -\mu N \vec{i} \quad \text{Donde: } \mu \text{ es el coeficiente de rozamiento cinético.}$$

Despejando N tenemos que:

$$\vec{N} = \frac{F_r}{\mu} \vec{j}$$





---

**TEORÍA DE LA DINÁMICA TRASLACIONAL DE UN SISTEMA**  
**MARCO TEÓRICO:**

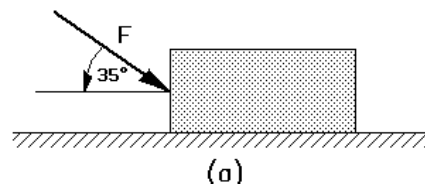
La dinámica traslacional de un sistema estudia el movimiento de una o varias partículas sometida a la acción de una o varias fuerzas. La aceleración de dicha partícula es directamente proporcional a la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre ella e inversamente proporcional a la masa del cuerpo, es decir:  $\vec{F} = m\vec{a}$  (Segunda ley de Newton para la traslación).

En la dinámica traslacional intervienen otras fuerzas como: la normal, la cual es consecuencia de la tercera ley de Newton, ya que es la reacción de la superficie al estar en contacto con un cuerpo; por ello la normal siempre es perpendicular a la superficie. Por otro lado está la fuerza de rozamiento que aparece al estar dos cuerpos en contacto, es la resistencia de un cuerpo a moverse, por lo que siempre se opone al movimiento. Por último el peso es la fuerza que ejerce la Tierra sobre el cuerpo, debido a esto el peso apunta siempre al centro de la Tierra.

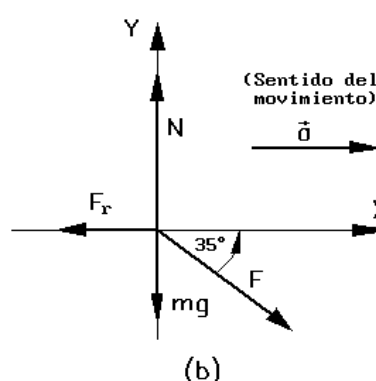
Para el análisis de este tema se procederá en tres fases: a) Fase gráfica, diagrama de cuerpo libre; b) Fase física, aplicación de la segunda ley de Newton; c) Fase matemática, resolución de las ecuaciones dinámicas del sistema.

## EJERCICIO MODELO

El cubo de 40 kg de la figura (a) experimenta una fuerza  $F = 60 \text{ N}$  en la dirección indicada. El coeficiente de rozamiento seco entre la partícula y la superficie es  $\mu = 0,1$ . Determine la aceleración de la partícula.

**Respuesta:**

Lo primero es elegir un sistema de referencia conveniente, con el eje X paralelo a la dirección del movimiento y orientarlo según el sentido de dicho movimiento; es decir, decidimos para dónde se moverá la partícula a fin de designar como positivo dicho sentido. Esto se conoce como el diagrama de cuerpo libre y donde además ubicaremos todas las fuerzas involucradas y entonces aplicamos la segunda ley de Newton a cada una de las componentes:



$$\sum F_x = ma_x = ma$$

$$\sum F_y = ma_y = 0$$

$$F \cos 325^\circ + F_r \cos 180^\circ = ma$$

$$N + mg \cos 180^\circ + F \cos 235^\circ = 0$$

$$F \cos 325^\circ + \mu N \cos 180^\circ = ma$$

$$N - mg + F \cos 235^\circ = 0$$

$$F \cos 325^\circ - \mu N = ma \quad (1)$$

$$N = mg - F \cos 235^\circ \quad (2)$$

Sustituimos (2) en (1):

$$F \cos 325^\circ - \mu (mg - F \cos 235^\circ) = ma$$

$$a = \frac{F \cos 325^\circ - \mu (mg - F \cos 235^\circ)}{m}$$

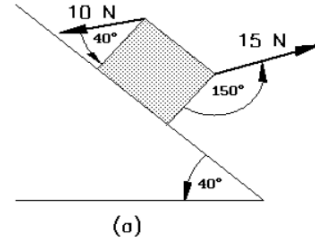
$$a = \frac{60 \cos 325^\circ - 0,1(40 \cdot 9,8 - 60 \cos 235^\circ)}{40}$$

$$a = 0,372 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a} = (0,372\vec{i}) \text{ m/s}^2$$

**ACTIVIDAD PROPUESTA:**

Sobre el bloque de 25 kg de la figura (a) actúan las fuerzas indicadas. Si se mueve hacia abajo con una aceleración de  $3,5 \text{ m/s}^2$ , ¿cuál es el coeficiente de rozamiento seco entre la partícula y el plano inclinado?

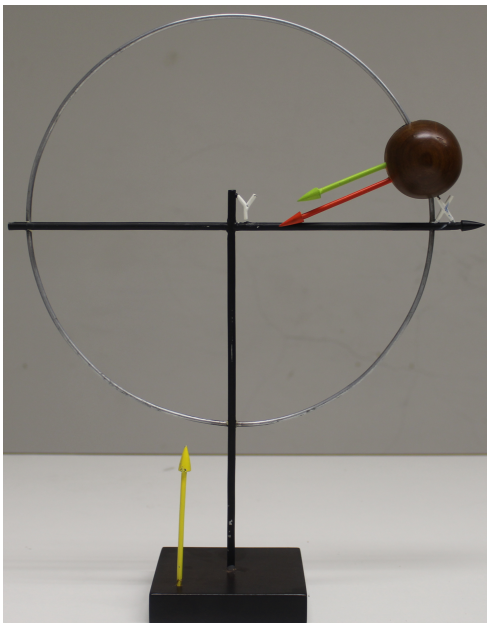


**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

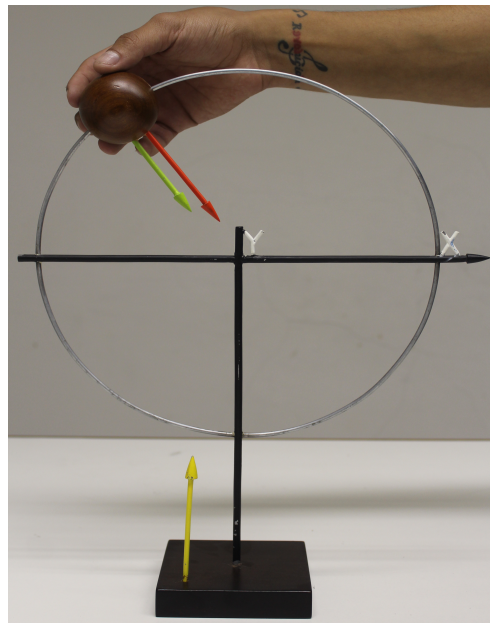
Trayectoria circular

**TEMAS QUE CUBRE**

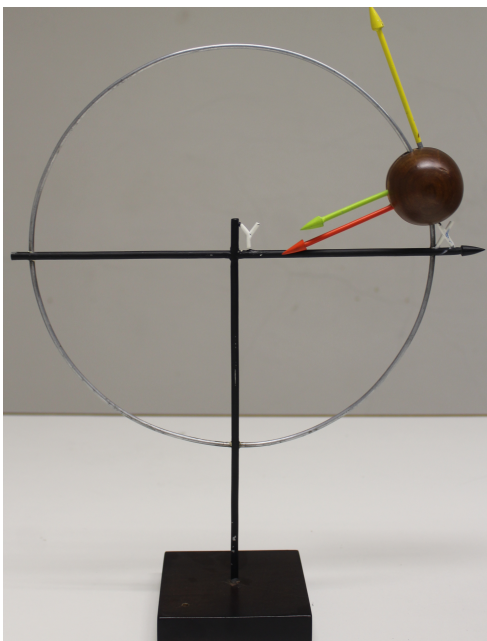
- Fuerzas en el movimiento circular.



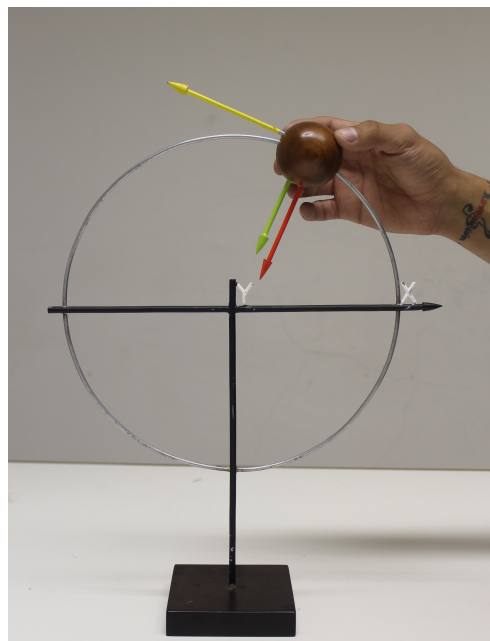
*Imagen 2-1. Partícula en MCU.*



*Imagen 2-2. Partícula en MCU.*



*Imagen 2-3. Partícula en MCV.*



*Imagen 2-4. Partícula en MCV.*



| DESCRIPCIÓN          |                      |          |       |  |
|----------------------|----------------------|----------|-------|--|
| Elemento             | Material             | Color    | Cant. | Representa   |
| Esfera               | Madera               | Café     | 1     | Partícula  |
| Trayectoria Circular | Alambre galvanizado  | Gris     | 1     | Trayectoria que describe la partícula en MCU o MCUV          |
| Vectores             | Aluminio galvanizado | Amarillo | 1     | Velocidad tangencial en MCU y aceleración tangencial en MCUV |
|                      |                      | Naranja  | 1     | Fuerza normal  |
|                      |                      | Verde    | 1     | Aceleración normal   |
| Ejes                 | Aluminio galvanizado | Negro    | 2     | Ejes catesianos X, Y   |

### GUÍA PARA EL MAESTRO

#### FUERZAS EN EL MOVIMIENTO CIRCULAR

**Objetivo:** Conocer y aprender las fuerzas que intervienen en los movimientos circulares. Aplicar estos conceptos en la resolución de las actividades.

#### Procedimiento:

- a. Una partícula que describa una trayectoria circular tiene una velocidad lineal tangente a la trayectoria,  $\vec{v}_t$ , y una aceleración lineal con componentes tangencial,  $\vec{a}_t$ , y otra normal,  $\vec{a}_n$ . Donde:

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{R} \vec{u}_R = \omega^2 R \vec{u}_R \quad v = \omega \cdot R = \frac{2\pi \cdot R}{T}$$

Aplicando la segunda ley de Newton para la traslación, tenemos que:

$$\vec{F}_n = m\vec{a}_n = -\frac{mv^2}{R} \vec{u}_R = -m\omega^2 R \vec{u}_R$$

- b. En MCU la aceleración tangencial es cero, por lo que la velocidad lineal permanece constante en magnitud. Sin embargo, tiene una aceleración normal distinta de cero, dicha aceleración provoca que la velocidad lineal cambie de

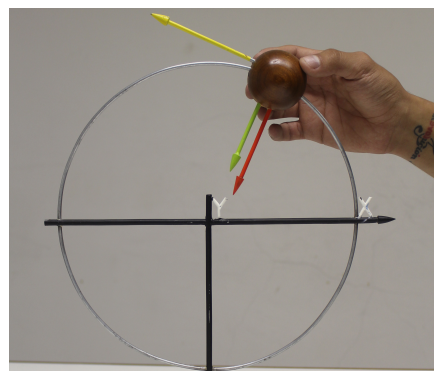


Imagen 2-5. Cambio de la velocidad lineal.

dirección y sentido durante la trayectoria.

*Esto se puede apreciar al desplazar la partícula sobre su trayectoria.*

- c. Al hacer este movimiento, también se observa que la aceleración y la fuerza normal siempre apuntan hacia el centro de la trayectoria y son perpendiculares a la velocidad lineal.

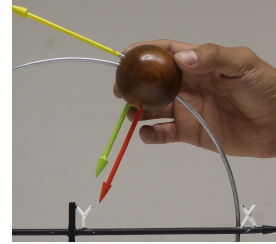


Imagen 2-6. Aceleración y fuerza normal.

- d. Para analizar el MCUV debemos tener en cuenta que la aceleración tangencial en este caso será distinta de cero. Esto implica que la magnitud de la velocidad lineal va a cambiar también en magnitud, además de su dirección y sentido.
- e. Para este caso, el vector amarillo pasará a ser el vector aceleración tangencial,  $\vec{a}_t$ .
- f. Entonces la velocidad lineal y aceleración tangencial tendrán la misma dirección y sentido y serán tangentes a la trayectoria, y también serán perpendiculares a la aceleración y fuerza normal.

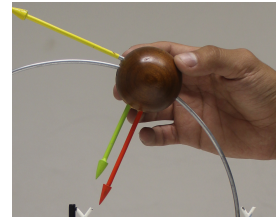


Imagen 2-7. Velocidad lineal y aceleración tangencial.



## TEORÍA DE LAS FUERZAS EN EL MOVIMIENTO CIRCULAR

### MARCO TEÓRICO:

Las fuerzas centrípetas son fuerzas producidas o transmitidas por ejes, hilos, varillas, pistas circulares, interacciones, etc. El ejemplo mas sencillo es el de la piedra atada al extremo de un hilo. Si sujetamos el otro extremo del hilo y describimos una trayectoria circular, se ejerce una tensión sobre el hilo, esta tensión es la llamada fuerza centrípeta o normal, apuntando siempre hacia la mano y provoca el movimiento circular.

Según la segunda ley de Newton para la traslación, existe una aceleración si y solo si existe una fuerza en la misma dirección y sentido que la produzca, es decir:  $\vec{F} = m\vec{a}$ .

Por lo tanto, si existe una tensión en hilo atada a la piedra, también debe existir una aceleración en la misma dirección y sentido que dicha fuerza. Entonces:

$$\vec{F}_n = m\vec{a}_n$$

donde:

$$\vec{a}_n = \frac{v^2}{R} \vec{u}_R = \omega^2 R \vec{u}_R$$

luego:

$$\vec{F}_n = m\vec{a}_n = -\frac{mv^2}{R} \vec{u}_R = -m\omega^2 R \vec{u}_R$$

El signo negativo de la fuerza normal se debe a que esta fuerza es de carácter atractiva (siempre apunta hacia el centro de la trayectoria).



## EJERCICIO MODELO

El peralte de una curva de 100 m de radio es de 25°. ¿Cuál es la máxima velocidad con que un auto puede recorrer la curva: a) Si  $\mu = 0$ ?, b) Si  $\mu = 0,4$ ?

**Respuesta:**

a) En este caso como  $\mu = 0$ , utilizando la ecuación  $\theta = \tan^{-1} \frac{v^2}{R \cdot g}$  despejamos la velocidad:

$$\tan \theta = \frac{v^2}{R \cdot g}$$

luego:

$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot \tan \theta}$$

$$v = \sqrt{100 \cdot 9,8 \cdot \tan 25}$$

$$v = 31,305 \text{ m/s}$$

b) En este caso como  $\mu = 0,4$ , utilizaremos la ecuación

$\theta = \tan^{-1} \frac{v^2 - \mu \cdot R \cdot g}{R \cdot g + \mu v^2}$ , de igual forma que antes, despejamos la velocidad:

$$gR \tan \theta + \mu v^2 \tan \theta = v^2 - \mu Rg$$

$$v^2 (\mu \tan \theta - 1) = -gR(\mu + \tan \theta)$$

$$v = \sqrt{\frac{-gR(\mu + \tan \theta)}{\mu \tan \theta - 1}}$$

$$v = \sqrt{\frac{-9,8 \cdot 100(0,4 + \tan 25)}{0,4 \tan 25 - 1}}$$

$$v = 32,306 \text{ m/s}$$

## ACTIVIDAD PROPUESTA:

Una partícula de 15 kg se mueve sobre un carril circular de 150 m de radio. Parte del reposo y alcanza una velocidad orbital de 70 m/s en 6 s. Determine las magnitudes de las fuerzas tangencial, normal y total resultante.

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

Silla giratoria

**TEMAS QUE CUBRE**

- Conservación del momentum angular de espín.



*Imagen 3-1. Silla giratoria.*



| DESCRIPCIÓN        |                   |              |       |  |
|--------------------|-------------------|--------------|-------|--|
| Elemento           | Material          | Color        | Cant. | Representa                             |
| Silla              | Hierro            | Negro        | 1     | Mecanismo de giro (1)                  |
| Rueda              | Aluminio y caucho | Gris y negro | 1     | Mecanismo de giro (2)                  |
| Varilla puntiaguda | Hierro            | Gris         | 1     | Vector del momento angular de la rueda |
| Mancuernas         | Hierro            | Gris         | 2     | Masas                                  |

| GUÍA PARA EL MAESTRO   |
|--|
| <p><b>CONSERVACIÓN DEL MOMENTUM ANGULAR DE ESPÍN</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Conocer esta ley. Descubrir su utilidad dentro del funcionamiento del universo. Aplicar los conceptos a la resolución de ejercicios propuestos.</p> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Se debe establecer condiciones iniciales de un sistema aislado de cuerpos.</li> <li>Coloque algunos parámetros matemáticos requeridos como momento de inercia (<math>I</math>), velocidad angular (<math>\omega</math>) y el momento angular de espín (<math>L</math>) como el producto de estos dos. Por lo tanto su momento angular de espín es:</li> </ol> $\vec{L} = I\vec{\omega}$ |

- c. Para el siguiente experimento utilizamos la silla giratoria en la cual una persona debe sentarse con los pies de la siguiente forma:



*Imagen 3-2. Correcta colocación de los pies.*

- d. El estudiante deberá estar sentado; con los brazos extendidos y una mancuerna en cada mano.



*Imagen 3-3. Posición con las manos extendidas.*

- e. Luego daremos un impulso para que todo el sistema gire. Al estar girando la persona debe poner sus manos sobre su pecho, y después extenderlas intermitentemente para observar los cambios que se producen en su velocidad angular.





*Imagen 3-4. Posición de las manos sobre el pecho.*

- f. En este experimento se aprecia que la persona tiene una velocidad angular menor cuando extiende los brazos debido a que su momento de inercia es mayor por la ubicación de las manos.
- g. Lo cual hace que el sistema tenga resistencia a rotar y su velocidad angular sea pequeña.
- h. Cuando la persona encoge los brazos disminuye su momento de inercia y hay una menor resistencia a rotar; como no influye ningún torque externo sobre el sistema, para que el momento angular de espín se mantenga constante, su velocidad angular debe aumentar.



- i. Para el segundo experimento, el sistema estará conformado por la silla giratoria, la persona central en reposo y una rueda; la cual consta de una varilla para sujetarla cómodamente.
- j. En un primer instante, el estudiante deberá sujetar la rueda de forma que la varilla esté paralela al suelo apuntando el vector  $\vec{L}_R$  hacia el frente, e ir rotando de forma que la varilla quede perpendicular al suelo con el vector  $\vec{L}_R$  apuntando hacia arriba.



Imagen 3-5. Posición inicial de la rueda.



Imagen 3-6. Movimiento de la rueda.



Imagen 3-7. Posición final de la rueda.

- k. En un segundo momento se repetirá lo anterior, pero aplicando gran velocidad angular a la rueda y observamos.
- l. ¿Por qué al levantar la rueda hacia arriba empieza a girar el sistema silla-estudiante?; esto se debe a que al girar la rueda aparece una componente vectorial del momento angular de la rueda,  $\vec{L}_R$ , en dirección y sentido que el de la varilla, el cual tiene una componente perpendicular al suelo que se suma al sistema estudiante-silla y provoca que todo el sistema empiece a girar para que el momento angular del sistema permanezca constante.
- m. Por lo tanto, el momento angular del sistema será la suma del momento angular de la silla más el de la rueda:



## TEORÍA DE LA CONSERVACIÓN DEL MOMENTO ANGULAR DE ESPÍN

### MARCO TEÓRICO:

En un sistema aislado de cuerpos, el momento angular total de espín permanece constante tanto en magnitud, dirección como sentido. El momento angular de espín viene dado por la ecuación:

$$\vec{L} = I\vec{\omega}$$

Donde el momento de inercia ( $I$ ) depende de la forma del objeto e implica la resistencia de un cuerpo a rotar. Mientras que la velocidad angular

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{R}.$$

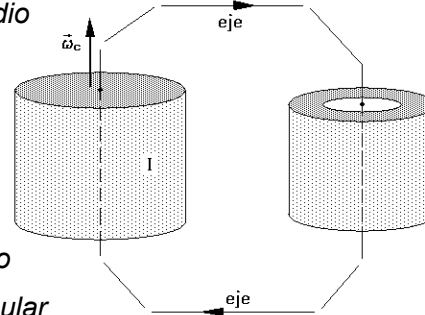
Un ejemplo interesante es el de la Tierra, el cual rota sobre su propio eje con cierta velocidad angular ( $\omega$ ); su momento de inercia es  $I = \frac{2}{5}MR^2$  de modo que su momento angular de espín está dado por  $\vec{L} = I\vec{\omega} = \frac{2}{5}MR^2\vec{\omega}$ . Gracias al momento angular de espín, el eje de rotación de los planetas se mantiene constante.

Matemáticamente esta ley se puede expresar de la siguiente forma:

$$\vec{L} = \sum \vec{L}_i = \vec{L}_1 + \vec{L}_2 + \dots + \vec{L}_n = \text{constante}$$

## EJERCICIO MODELO

El cilindro de la figura rota a 360 rpm. Su radio es de 40 cm y su masa de 500 kg. El cilindro hueco está en reposo, tiene una masa de 250 kg y radios de 35 y 15 cm. Se les acerca momentáneamente y se les vuelve a retirar. Se observa que el cilindro rota ahora a 280 rpm. ¿A qué velocidad angular rotará el cilindro hueco?



**Respuesta:**

**Antes:**

El momento de inercia de cilindro es:

$$I_c = \frac{1}{2} M_c R_c^2 = \frac{1}{2} 500 \cdot 0,4^2 = 40 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

su velocidad angular es:

$$\vec{\omega}_{c1} = 360 \text{ rpm} = (37,699\vec{k}) \text{ rad/s}$$

y su momentum angular es:

$$\vec{L}_{c1} = I_c \cdot \vec{\omega}_{c1} = 40 \cdot 37,699\vec{k} = (1\,507,95\vec{k}) \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

El momento de inercia del cilindro hueco es:

$$I_H = \frac{1}{2} M (R_e^2 + R_i^2) = \frac{1}{2} 250 (0,35^2 + 0,15^2) = 18,125 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

su velocidad angular es:

$$\vec{\omega}_{H1} = 0$$

y su momentum angular es:

$$\vec{L}_{H1} = 0$$

El momentum angular total es:

$$\vec{L}_1 = \vec{L}_{c1} + \vec{L}_{H1} = 1\,507,95\vec{k} + 0 = (1\,507,95\vec{k}) \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

**Después:**

La velocidad angular del cilindro es:

$$\vec{\omega}_{c2} = 280 \text{ rpm} = (29,321\vec{k}) \text{ rad/s}$$

y su momentum angular es:



$$\vec{L}_{C2} = \vec{I}_C \cdot \vec{\omega}_{C2} = 40 \cdot 29,321\vec{k} = (1\,172,84\vec{k}) \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

Puesto que el momentum angular del sistema se conserva:

$$\vec{L}_1 = \vec{L}_2$$

$$\vec{L}_{C1} + \vec{L}_{H1} = \vec{L}_{C2} + \vec{L}_{H2}$$

$$1\,507,95\vec{k} = 1\,172,84\vec{k} + \vec{L}_{H2}$$

de donde:

$$\vec{L}_{H2} = (335,11\vec{k}) \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

además:

$$\vec{L}_{H2} = I_H \vec{\omega}_{H2}$$

de donde:

$$\vec{\omega}_{H2} = \frac{\vec{L}_{H2}}{I_H} = \frac{335,11\vec{k}}{18,125} = (18,489\vec{k}) \text{ rad/s}$$

#### ACTIVIDAD PROPUESTA:

*Dos esferas de radios 21 cm y 18 cm y de masas 95 y 35 kg pueden rotar en torno a sus ejes diametrales. La primera gira a 200 rpm y la segunda está en reposo. Se les junta momentáneamente, luego de lo cual la primera esfera rota a 162 rpm. ¿Cuál será la velocidad angular de la segunda esfera?*